Dokument ten służy wyłącznie do celów informacyjnych i nie ma mocy prawnej. Unijne instytucje nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za jego treść. Autentyczne wersje odpowiednich aktów prawnych, włącznie z ich preambułami, zostały opublikowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej i są dostępne na stronie EUR-Lex. Bezpośredni dostęp do tekstów urzędowych można uzyskać za pośrednictwem linków zawartych w dokumencie

►B

ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) 2017/654

z dnia 19 grudnia 2016 r.

uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 odnośnie do wymogów technicznych i ogólnych dotyczących wartości granicznych emisji i homologacji typu w odniesieniu do silników spalinowych wewnętrznego spalania przeznaczonych do maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach

(Dz.U. L 102 z 13.4.2017, s. 1)

zmienione przez:

		Dziennik Urzędowy		
		nr	strona	data
►M1	Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2018/236 z dnia 20 grudnia 2017 r.	L 50	1	22.2.2018
►M2	Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2018/989 z dnia 18 maja 2018 r.	L 182	61	18.7.2018
►M3	Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/1398 z dnia 4 czerwca 2021 r.	L 299	1	24.8.2021

▼B

ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) 2017/654

z dnia 19 grudnia 2016 r.

uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 odnośnie do wymogów technicznych i ogólnych dotyczących wartości granicznych emisji i homologacji typu w odniesieniu do silników spalinowych wewnętrznego spalania przeznaczonych do maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach

Artykuł 1

Definicje

Stosuje się następujące definicje:

(1) „liczba Wobbego” („W”) oznacza stosunek wartości ciepła właściwego gazu na jednostkę objętości do pierwiastka kwadratowego jego gęstości względnej w tych samych warunkach odniesienia:

$$W = H_{gas} \times \sqrt{\rho_{air}/\rho_{gas}}$$

(2) „współczynnik zmiany λ” („S_λ”) oznacza wyrażenie opisujące wymaganą elastyczność pracy układu sterowania silnika niezbędną do zmiany współczynnika nadmiaru powietrza λ, jeżeli silnik jest zasilany mieszanką gazową inną niż czysty metan;

(3) „tryb zasilania paliwem ciekłym” oznacza normalny tryb pracy silnika dwupaliwowego, w którym silnik nie jest zasilany żadnym paliwem gazowym w dowolnych warunkach eksploatacji silnika;

(4) „tryb dwupaliwowy” oznacza normalny tryb pracy silnika dwupaliwowego, w którym silnik jest jednocześnie zasilany paliwem ciekłym i paliwem gazowym w określonych warunkach eksploatacji silnika;

(5) „układ filtra cząstek stałych” oznacza układ wtórnej obróbki spalin zaprojektowany w celu zmniejszenia emisji cząstek stałych poprzez ich oddzielenie mechaniczne, aerodynamiczne, dyfuzyjne lub inercyjne;

(6) „regulator” oznacza urządzenie lub strategię kontroli, które służą do automatycznego kontrolowania prędkości obrotowej lub obciążenia silnika, inne niż ogranicznik prędkości zamontowany w silniku kategorii NRSh ograniczający maksymalną prędkość obrotową silnika wyłącznie w celu uniknięcia pracy silnika przy prędkościach przekraczających określoną wartość graniczną;

(7) „temperatura otoczenia” oznacza, w odniesieniu do środowiska laboratoryjnego (np. pomieszczenia lub komory wagowe, w których ważone są filtry), temperaturę w obrębie określonego środowiska laboratoryjnego;

(8) „podstawowa strategia kontroli emisji” (BECS) oznacza strategię kontroli emisji aktywną w całym zakresie eksploatacyjnym momentu obrotowego i prędkości obrotowej silnika, o ile nie zostanie aktywowana pomocnicza strategia kontroli emisji (AECS);

▼B

(9) „odczynnik” oznacza każdy ulegający zużyciu lub nienadający się do powtórnego użycia czynnik, który jest wymagany i stosowany do skutecznego działania układu wtórnej obróbki spalin;

(10) „pomocnicza strategia kontroli emisji” (AECS) oznacza strategię kontroli emisji, która jest aktywowana i tymczasowo modyfikuje podstawową strategię kontroli emisji (BECS) w konkretnym celu oraz w odpowiedzi na określony zestaw warunków otoczenia lub warunków eksploatacyjnych i pozostaje aktywna wyłącznie w czasie istnienia tych warunków;

(11) „właściwa ocena techniczna” oznacza decyzje zgodne z ogólnie przyjętymi zasadami naukowymi i technicznymi oraz dostępnymi istotnymi informacjami;

(12) „prędkość obrotowa wysoka” (n_{hi}) oznacza najwyższą prędkość obrotową silnika przy wykorzystaniu 70 % mocy maksymalnej;

(13) „prędkość obrotowa niska” (n_{lo}) oznacza najniższą prędkość obrotową silnika przy wykorzystaniu 50 % mocy maksymalnej;

(14) „moc maksymalna” (P_{max}) oznacza moc maksymalną w kW zgodnie z projektem producenta;

(15) „rozcieńczanie przepływu częściowego” oznacza metodę analizy gazów spalinowych polegającą na oddzielaniu części strumienia gazów spalinowych, mieszaniu ich z odpowiednią ilością powietrza rozcieńczającego, a następnie doprowadzeniu ich do filtra do pobierania próbek cząstek stałych;

(16) „pełzanie” oznacza różnicę między zerem lub sygnałem wzorcowym a odpowiednią wartością podawaną przez przyrząd pomiarowy bezpośrednio po jego użyciu w badaniu emisji;

(17) „ustawianie zakresu pomiarowego” oznacza taką regulację przyrządu, aby uzyskać właściwą odpowiedź na wzorzec kalibracyjny odpowiadający od 75–100 % maksymalnej wartości zakresu przyrządu lub przewidywanego zakresu stosowania;

(18) „gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego” oznacza oczyszczoną mieszaninę gazów stosowaną do ustawiania zakresu analizatorów gazowych;

(19) „filtr HEPA” oznacza wysokosprawne filtry powietrza, które są wzorcowane w celu osiągnięcia minimalnej początkowej sprawności usuwania cząstek wynoszącej 99,97 % na podstawie normy ASTM F 1471–93;

(20) „wzorcowanie” oznacza proces ustalania odpowiedzi układu pomiarowego na sygnał wejściowy w taki sposób, aby jego dane wyjściowe były zgodne z zakresem sygnałów odniesienia;

(21) „emisje jednostkowe” oznaczają masowe natężenie emisji określone w g/kWh;

(22) „zapotrzebowanie operatora” oznacza sygnał wejściowy zadany przez operatora w celu sterowania mocą wyjściową silnika;

▼B

(23) „prędkość obrotowa momentu maksymalnego” oznacza prędkość obrotową silnika, przy której silnik osiąga maksymalny moment obrotowy, zgodnie ze wskazaniami producenta;

(24) „prędkość regulowana przez silnik” oznacza prędkość obrotową pracy silnika kontrolowaną przez zamontowany regulator;

(25) „emisje z otwartej skrzyni korbowej” oznaczają wszelkie przepływy ze skrzyni korbowej silnika, które są emitowane bezpośrednio do środowiska;

(26) „sonda” oznacza pierwszy odcinek linii przesyłowej, która przenosi próbkę do następnej części układu pobierania próbek;

(27) „przedział czasowy badania” oznacza przedział czasu, w którym określa się emisje jednostkowe;

(28) „gaz zerowy” oznacza gaz, który daje odpowiedź o wartości zerowej na przypisany mu sygnał wejściowy w analizatorze;

(29) „do zera” oznacza, iż przyrząd został wyregulowany w sposób pozwalający uzyskać odpowiedź zerową na wzorzec zerowy, taki jak oczyszczony azot lub oczyszczone powietrze, do celów pomiarów stężeń składników emisji;

(30) „cykl badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach przy zmiennej prędkości” (zwany dalej „NRSC przy zmiennej prędkości”) oznacza cykl badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach inny niż NRSC przy stałej prędkości.

(31) „cykl badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach przy stałej prędkości” (zwany dalej „NRSC przy stałej prędkości”) oznacza którykolwiek z następujących cykli badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach, zdefiniowany z załącznika IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628: D2, E2, G1, G2 lub G3;

(32) „aktualizacja-zapis” oznacza częstotliwość, z jaką analizator dostarcza nowych bieżących wartości;

(33) „gaz wzorcowy” oznacza oczyszczoną mieszaninę gazów stosowaną do wzorcowania analizatorów gazowych;

(34) „stechiometryczny” oznacza taki stosunek powietrza do paliwa, że gdyby paliwo zostało w pełni utlenione, całe paliwo lub tlen zostałyby zużyte;

(35) „zasobnik” oznacza filtr cząstek stałych, worek do próbkowania lub inne zbiorniki do przechowywania okresowo pobieranych próbek;

(36) „rozcieńczanie przepływu całkowitego” oznacza metodę mieszania całkowitego przepływu gazów spalinowych z powietrzem rozcieńczającym, zanim część strumienia rozcieńczonych gazów spalinowych zostanie oddzielona w celu przeprowadzenia analiz;

(37) „tolerancja” oznacza przedział, w którym znajduje się 95 % zbioru zapisanych wartości danej wielkości, a pozostałe 5 % zapisanych wartości odbiega od przedziału tolerancji;

▼B

(38) „tryb serwisowy” oznacza specjalny tryb pracy silnika dwupaliwowego, który jest aktywowany w celu naprawy lub wyprowadzenia maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach do bezpiecznej lokalizacji, kiedy nie jest możliwa jego eksploatacja w trybie dwupaliwowym.

Artykuł 2

Wymogi dotyczące innych wyspecyfikowanych paliw, mieszanek paliw lub emulsji paliwowych

Paliwa wzorcowe i inne wyspecyfikowane paliwa, mieszanki paliw lub emulsji paliwowych ujęte przez producenta we wniosku o udzielenie homologacji typu UE, o których mowa w art. 25 ust. 2 rozporządzenia (UE) 2016/1628, muszą spełniać odnośne charakterystyki techniczne i być opisane w folderze informacyjnym zgodnie z załącznikiem I do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 3

Ustalenia dotyczące zgodności produkcji

W celu zapewnienia, aby produkowane silniki odpowiadały homologowanemu typowi zgodnie z art. 26 ust. 1 rozporządzenia (UE) 2016/1628, organy udzielające homologacji typu podejmują środki i stosują procedury określone w załączniku II do niniejszego rozporządzenia.

▼M2

Artykuł 4

Metoda dostosowywania wyników badań laboratoryjnych dotyczących emisji tak, aby uwzględniały one współczynniki pogorszenia jakości

Wyniki badań laboratoryjnych dotyczących emisji należy dostosować tak, aby uwzględniały współczynniki pogorszenia jakości, w tym współczynniki związane z pomiarem liczby cząstek stałych oraz z silnikami zasilanymi gazem, o których mowa w art. 25 ust. 1 lit. c) rozporządzenia (UE) 2016/1628, zgodnie z metodyką określoną w załączniku III do niniejszego rozporządzenia.

▼B

Artykuł 5

Wymogi dotyczące strategii kontroli emisji, środków kontroli NOx oraz środków kontroli cząstek stałych

Pomiary i badania dotyczące strategii kontroli emisji, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. f) ppkt (i) rozporządzenia (UE) 2016/1628, oraz środków kontroli NO_x, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. f) ppkt (ii) wspomnianego rozporządzenia, jak również środków kontroli emisji zanieczyszczeń pyłowych oraz dokumentacji wymaganej do ich przedstawienia, należy przeprowadzać zgodnie z wymogami technicznymi określonymi w załączniku IV do niniejszego rozporządzenia.

▼B

Artykuł 6

Pomiary i badania dotyczące obszaru związanego z danym cyklem badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach

Pomiary i badania dotyczące obszaru, o którym mowa w art. 25 ust. 3 lit. f) ppkt (iii) rozporządzenia (UE) 2016/1628, przeprowadza się zgodnie ze szczegółowymi wymogami technicznymi określonymi w załączniku V do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 7

Warunki i metody prowadzenia badań

Warunki prowadzenia badań, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. a) i b) rozporządzenia (UE) 2016/1628, metody określania ustawień obciążenia i prędkości obrotowej silnika, o których mowa w art. 24 wspomnianego rozporządzenia, metody uwzględniania emisji gazów ze skrzyni korbowej, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. e) ppkt (i) wspomnianego rozporządzenia, oraz metody określania i uwzględniania regeneracji ciągłej i okresowej układów wtórnej obróbki spalin, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. e) ppkt (ii) wspomnianego rozporządzenia, muszą spełniać wymogi określone w sekcjach 5 i 6 załącznika VI do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 8

Procedury w odniesieniu do prowadzenia badań

Badania, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. a) i art. 25 ust. 3 lit. f) ppkt (iv) rozporządzenia (UE) 2016/1628, przeprowadza się zgodnie z procedurami określonymi w sekcji 7 załącznika VI i w załączniku VIII do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 9

Procedury w odniesieniu do pomiarów i pobierania próbek emisji

Pomiar i pobieranie próbek emisji, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. b) rozporządzenia (UE) 2016/1628, przeprowadza się zgodnie z procedurami określonymi w sekcji 8 załącznika VI do niniejszego rozporządzenia oraz w dodatku 1 do tego załącznika.

Artykuł 10

Aparatura do prowadzenia badań oraz do pomiarów i pobierania próbek emisji

Aparatura do prowadzenia badań, o której mowa w art. 25 ust. 3 lit. a) rozporządzenia (UE) 2016/1628, oraz aparatura do pomiarów i pobierania próbek emisji, o której mowa w art. 25 ust. 3 lit. b) wspomnianego rozporządzenia, musi być zgodna z wymogami i charakterystykami technicznymi określonymi w sekcji 9 załącznika VI do niniejszego rozporządzenia.

▼B

Artykuł 11

Metody oceny danych i obliczeń

Ocenę i obliczenia danych, o których mowa w art. 25 ust. 3 lit. c) rozporządzenia (UE) 2016/1628, prowadzi się zgodnie z metodą określoną w załączniku VII do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 12

Charakterystyki techniczne paliw wzorcowych

Paliwa wzorcowe, o których mowa w art. 25 ust. 2 rozporządzenia (UE) 2016/1628, spełniają charakterystyki techniczne określone w załączniku IX do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 13

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do dostarczenia przez producenta osobno silnika i jego układu wtórnej obróbki spalin

Jeżeli producent dostarcza osobno silnik i jego układ wtórnej obróbki spalin producentowi oryginalnego sprzętu (OEM) w Unii, jak przewidziano w art. 34 ust. 3 rozporządzenia (UE) 2016/1628, dostawa taka jest zgodna ze szczegółowymi specyfikacjami technicznymi i warunkami określonymi w załączniku X do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 14

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do tymczasowego wprowadzenia na rynek na potrzeby badań w warunkach terenowych

Zgodnie z art. 34 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628 istnieje możliwość zezwolenia na tymczasowe wprowadzenie na rynek silników, którym nie udzielono homologacji typu UE zgodnie ze wspomnianym rozporządzeniem, na potrzeby badań w warunkach terenowych, jeżeli silniki te są zgodne ze szczegółowymi specyfikacjami technicznymi i warunkami określonymi w załączniku XI do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 15

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do silników specjalnego przeznaczenia

Homologacje typu UE dla silników specjalnego przeznaczenia i zezwolenia na wprowadzenie tych silników na rynek udzielane są zgodnie z art. 34 ust. 5 i 6 rozporządzenia (UE) 2016/1628 pod warunkiem spełnienia szczegółowych specyfikacji technicznych i warunków określonych w załączniku XII do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 16

Akceptacja równoważnych homologacji typu silnika

Regulaminy EKG ONZ lub poprawki do nich, o których mowa w art. 42 ust. 2 lit. a) rozporządzenia (UE) 2016/1628, oraz akty unijne, o których mowa w art. 42 ust. 2 lit. b) tego rozporządzenia, określono w załączniku XIII do niniejszego rozporządzenia.

▼B

Artykuł 17

Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla OEM

Szczegóły dotyczące informacji i instrukcji dla OEM, o których mowa w art. 43 ust. 2, 3 i 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628, zostały określone w załączniku XIV do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 18

Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla użytkowników końcowych

Szczegóły dotyczące informacji i instrukcji dla użytkowników końcowych, o których mowa w art. 43 ust. 3 i 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628, zostały określone w załączniku XV do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 19

Normy efektywności i ocena służb technicznych

1. Służby techniczne przestrzegają norm efektywności określonych w załączniku XVI.

2. Organy udzielające homologacji typu dokonują oceny służb technicznych zgodnie z procedurą określoną w załączniku XVI do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 20

Charakterystyki cykli badań w warunkach stałych i cykli badań w warunkach zmiennych

Cykle badań w warunkach stałych oraz w warunkach zmiennych, o których mowa w art. 24 rozporządzenia (UE) 2016/1628, muszą odpowiadać charakterystykom określonym w załączniku XVII do niniejszego rozporządzenia.

▼M2

Artykuł 20a

Przepisy przejściowe

1. Niezależnie od stosowania przepisów niniejszego rozporządzenia, zmienionego rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) 2018/989, do dnia 31 grudnia 2018 r. organy udzielające homologacji w dalszym ciągu udzielają również homologacji typu UE typom silników lub rodzinom silników zgodnie z niniejszym rozporządzeniem w jego brzmieniu obowiązującym w dniu 6 sierpnia 2018 r.

2. Niezależnie od stosowania przepisów niniejszego rozporządzenia, zmienionego rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) 2018/989, do dnia 30 czerwca 2019 r. państwa członkowskie zezwalają również na wprowadzanie do obrotu silników na podstawie typu silnika homologowanego zgodnie z niniejszym rozporządzeniem w jego brzmieniu obowiązującym w dniu 6 sierpnia 2018 r.

▼M3

3. Homologacje typu UE typu silnika lub rodziny silników homologowanych zgodnie z rozporządzeniem delegowanym (UE) 2017/654 przed dniem 24 sierpnia 2021 r. zachowują ważność.

▼B

Artykuł 21

Wejście w życie i stosowanie

Niniejsze rozporządzenie wchodzi w życie dwudziestego dnia po jego opublikowaniu w *Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej*.

Niniejsze rozporządzenie wiąże w całości i jest bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich.

▼B

ZAŁĄCZNIKI

Numer załącznika	Tytuł załącznika	Strona
I	Wymogi dotyczące innych wyspecyfikowanych paliw, mieszanek paliw lub emulsji paliwowych.	
II	Ustalenia dotyczące zgodności produkcji	
III	Metoda dostosowywania wyników testów laboratoryjnych dotyczących emisji tak, aby uwzględniały one współczynniki pogorszenia jakości	
IV	Wymogi dotyczące strategii kontroli emisji, środków kontroli NO_x oraz środków kontroli cząstek stałych	
V	Pomiary i badania dotyczące obszaru związanego z danym cyklem badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach	
VI	Warunki, metody, procedury i aparatura do prowadzenia badań oraz do pomiarów i pobierania próbek emisji	
VII	Metody oceny danych i obliczeń	
VIII	Wymogi dotyczące osiągów i procedur badań w przypadku silników dwupaliwowych	
IX	Charakterystyki techniczne paliw wzorcowych	
X	Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do dostarczenia przez producenta osobno silnika i jego układu wtórnej obróbki spalin	
XI	Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do tymczasowego wprowadzenia na rynek na potrzeby badań w warunkach terenowych	
XII	Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do silników specjalnego przeznaczenia	
XIII	Akceptacja równoważnych homologacji typu silnika	
XIV	Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla OEM	
XV	Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla użytkowników końcowych	
XVI	Normy efektywności i ocena służb technicznych	
XVII	Charakterystyki cykli badań w warunkach zmiennych	

▼B

ZAŁĄCZNIK I

Wymogi dotyczące innych wyspecyfikowanych paliw, mieszanek paliw lub emulsji paliwowych.

1. **Wymogi dla silników zasilanych paliwem ciekłym**

1.1. Wnioskując o udzielenie homologacji typu UE, producenci mogą wybrać jeden z następujących wariantów w odniesieniu do zakresu paliw silnika:

a) silnik o standardowym zakresie paliw zgodnie z wymogami określonymi w pkt 1.2; lub

b) silnik zasilany określonym paliwem zgodnie z wymogami określonymi w pkt 1.3.

1.2. Wymogi dotyczące silnika o standardowym zakresie paliw (olej napędowy, benzyna)

Silnik o standardowym zakresie paliw powinien spełniać wymogi określone w pkt 1.2.1–1.2.4.

1.2.1. Silnik macierzysty powinien pracować zgodnie z obowiązującymi wartościami granicznymi określonymi w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i wymogami określonymi w niniejszym rozporządzeniu, gdy silnik jest zasilany paliwami wzorcowymi wyszczególnionymi w sekcjach 1.1 lub 2.1 załącznika IX.

▼M2

1.2.2. W przypadku braku norm określonych przez Europejski Komitet Normalizacyjny („norma CEN”) w odniesieniu do oleju napędowego dla maszyn nieporuszających się po drogach lub tabeli z właściwościami paliwa dla oleju napędowego dla maszyn nieporuszających się po drogach w dyrektywie 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady ([1]), paliwo wzorcowe, takie jak olej napędowy (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach), określone w załączniku IX reprezentuje rynkowe oleje napędowe dla maszyn nieporuszających się po drogach, o zawartości siarki nie większej niż 10 mg/kg, liczbie cetanowej o wartości co najmniej 45 oraz zawartości estru metylowego kwasu tłuszczowego („FAME”) nie wyższej niż 8,0 % v/v. O ile w pkt 1.2.2.1, 1.2.3 i 1.2.4 nie określono inaczej, producent powinien przekazać użytkownikom końcowym odpowiednie oświadczenie zgodnie z wymogami zawartymi w załączniku XV, że eksploatacja silnika zasilanego olejem napędowym dla maszyn nieporuszających się po drogach ogranicza się do tych rodzajów paliw, które charakteryzują się zawartością siarki nie większą niż 10 mg/kg (20 mg/kg w końcowym punkcie dystrybucji), liczbą cetanową o wartości co najmniej 45 oraz zawartością FAME nie wyższą niż 8,0 % v/v. Producent może ewentualnie określić inne parametry (np. dotyczące smarowności).

▼B

1.2.2.1. ►M2 Producent silnika nie może nigdy wskazać, że dany rodzaj silników lub rodzina silników mogą być napędzane na terenie Unii paliwami rynkowymi innymi niż te, które są zgodne z wymogami określonymi w niniejszym punkcie, chyba że producent spełnia dodatkowo wymóg określony w pkt 1.2.3: ◄

a) w przypadku benzyny dyrektywa 98/70/WE lub norma CEN EN 228:2012. Olej smarowy można dodać zgodnie ze specyfikacją producenta;

b) w przypadku oleju napędowego (innego niż olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach) dyrektywa 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady lub norma CEN EN 590:2013;

([1]) Dyrektywa 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 1998 r. odnosząca się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 93/12/EWG (Dz.U. L 350 z 28.12.1998, s. 58).

▼M2

c) w przypadku oleju napędowego (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach) dyrektywa 98/70/WE oraz zarówno liczba cetanowa o wartości co najmniej 45, jak i zawartość FAME nie wyższa niż 8,0 % v/v.

▼B

1.2.3. Jeżeli producent pozwala na zasilanie silników dodatkowymi paliwami rynkowymi innymi niż te określone w pkt 1.2.2, np. B100 (norma EN 14214:2012+A1:2014), B20 lub B30 (norma EN16709:2015), lub określonymi paliwami, mieszankami paliw lub emulsjami paliwowymi, producent, oprócz wymogów zawartych w pkt 1.2.2.1, powinien przeprowadzić wszystkie następujące działania:

a) podać, w dokumencie informacyjnym określonym w rozporządzeniu wykonawczym Komisji (UE) 2017/656 ([1]), specyfikacje paliw handlowych, mieszanek paliw lub emulsji paliwowych, na których rodzina silników jest w stanie pracować;

b) wykazać zdolność silnika macierzystego do spełnienia wymogów niniejszego rozporządzenia przy zasilaniu deklarowanymi paliwami, mieszankami paliw lub emulsjami paliwowymi;

c) obowiązek spełnienia wymogów dotyczących monitorowania w trakcie eksploatacji określonych w rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) 2017/655 ([2]) w odniesieniu do deklarowanych paliw, mieszanek paliw lub emulsji paliwowych oraz właściwych paliw rynkowych określonych w pkt 1.2.2.1.

1.2.4. Dla silników o zapłonie iskrowym stosunek mieszanki paliwo/olej musi być wartością zalecaną przez producenta. Procent oleju w mieszance paliwo/środek smarujący należy odnotować w dokumencie informacyjnym określonym w rozporządzeniu wykonawczym (UE) 2017/656.

1.3. Wymogi dotyczące silnika zasilanego określonym paliwem (ED 95 lub E 85)

Silnik zasilany określonym paliwem (ED 95 lub E 85) powinien spełniać wymogi określone w pkt 1.3.1–1.3.2.

1.3.1. W przypadku ED 95 silnik macierzysty powinien pracować zgodnie z obowiązującymi wartościami granicznymi określonymi w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i wymogami określonymi w niniejszym rozporządzeniu, gdy silnik jest zasilany paliwami wzorcowymi wyszczególnionymi w pkt 1.2 załącznika IX.

1.3.2. W przypadku E 85 silnik macierzysty powinien pracować zgodnie z obowiązującymi wartościami granicznymi określonymi w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i wymogami określonymi w niniejszym rozporządzeniu, gdy silnik jest zasilany paliwami wzorcowymi wyszczególnionymi w pkt 2.2 załącznika IX.

([1]) Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/656 z dnia 19 grudnia 2016 r. określające wymogi administracyjne dotyczące wartości granicznych emisji i homologacji typu w odniesieniu do silników spalinowych wewnętrznego spalania przeznaczonych do maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 (zob. s. 364 niniejszego Dziennika Urzędowego).

([2]) Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2017/655 z dnia 19 grudnia 2016 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 odnośnie do monitorowania emisji zanieczyszczeń gazowych z silników spalinowych wewnętrznego spalania w trakcie eksploatacji zamontowanych w maszynach mobilnych nieporuszających się po drogach (zob. s. 334 niniejszego Dziennika Urzędowego).

▼B

2. **Wymogi dotyczące silników napędzanych gazem ziemnym/ biometanem (NG) lub gazem płynnym (LPG), w tym silników dwupaliwowych**

2.1. Wnioskując o udzielenie homologacji typu UE, producenci mogą wybrać jeden z następujących wariantów w odniesieniu do zakresu paliw silnika:

a) silnik o uniwersalnym zakresie paliw zgodnie z wymogami określonymi w pkt 2.3;

b) silnik o ograniczonym zakresie paliw zgodnie z wymogami określonymi w pkt 2.4;

c) silnik zasilany określonym paliwem zgodnie z wymogami określonymi w pkt 2.5.

2.2. Tabele podsumowujące wymogi dotyczące homologacji typu UE silników zasilanych gazem ziemnym / biometanem, silników zasilanych LPG oraz silników dwupaliwowych zamieszczono w dodatku 1.

2.3. Wymogi dotyczące silnika o uniwersalnym zakresie paliw

2.3.1. W przypadku silników zasilanych gazem ziemnym / biometanem, w tym silników dwupaliwowych, producent musi wykazać, że silnik macierzysty można przystosowywać do dowolnego składu gazu ziemnego / biometanu, jaki może pojawić się na rynku. Taki proces należy przeprowadzić zgodnie z niniejszą sekcją 2, a w przypadku silników dwupaliwowych także zgodnie z dodatkowymi przepisami dotyczącymi procedury dostosowania paliwa określonymi w pkt 6.4 załącznika VIII.

2.3.1.1. W przypadku silników zasilanych sprężonym gazem ziemnym / biometanenem (CNG) na ogół występują dwa rodzaje paliwa: paliwo o wysokiej wartości opałowej (gaz H) i paliwo o niskiej wartości opałowej (gaz L), ale o znacznej rozpiętości w ramach obu zakresów; różnią się one od siebie znacznie pod względem energetyczności wyrażonej liczbą Wobbego oraz współczynnikiem zmiany λ (S_λ). Gazy ziemne o współczynniku zmiany λ między 0,89 a 1,08 ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$) uważane są za należące do zakresu H, natomiast gazy ziemne o współczynniku zmiany λ między 1,08 a 1,19 ($1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$) uznaje się za należące do zakresu L. Skład paliw wzorcowych odzwierciedla krańcową rozpiętość S_λ.

Silnik macierzysty musi spełniać zawarte w niniejszym rozporządzeniu wymogi dotyczące paliw wzorcowych G_R (paliwo 1) i G_{25} (paliwo 2), jak określono w załączniku IX, lub wymogi dotyczące paliw równoważnych wytworzonych z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1, bez żadnego ręcznego dostosowywania układu paliwowego silnika między tymi dwoma badaniami (wymagane jest samodostosowanie). Po zmianie paliwa dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący. Przebieg dostosowujący obejmuje kondycjonowanie wstępne w przypadku następującego badania emisji zgodnie z odpowiednim cyklem badania. W przypadku silników poddawanych cyklom badań w warunkach stałych (test stacjonarny) dla maszyn nieporuszających się po drogach (NRSC), w których cykl kondycjonowania wstępnego nie jest odpowiedni do celów samodostosowania układu paliwowego silnika, przed kondycjonowaniem wstępnym silnika można przeprowadzić alternatywny przebieg dostosowujący zgodnie ze specyfikacją producenta.

2.3.1.1.1. Producent może poddać badaniu silnik zasilany trzecim paliwem (paliwo 3), w przypadku gdy współczynnik zmiany λ (S_λ) jest zawarty między 0,89 (tzn. dolną granicą G_R) a 1,19 (tzn. górną granicą G_{25}), na przykład gdy paliwo 3 jest paliwem rynkowym. Wyniki tego badania można wykorzystać jako podstawę do oceny zgodności produkcji.

▼B

2.3.1.2. W przypadku silników zasilanych skroplonym gazem ziemnym / skroplonym biometanem (LNG) silnik macierzysty musi spełniać zawarte w niniejszym rozporządzeniu wymogi dotyczące paliw wzorcowych G_R (paliwo 1) i G_{20} (paliwo 2), jak określono w załączniku IX, lub wymogi dotyczące paliw równoważnych wytworzonych z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1, bez żadnego ręcznego dostosowywania układu paliwowego silnika między tymi dwoma badaniami (wymagane jest samodostosowanie). Po zmianie paliwa dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący. Przebieg dostosowujący obejmuje kondycjonowanie wstępne w przypadku następującego badania emisji zgodnie z odpowiednim cyklem badania. W przypadku silników poddawanych badaniu NRSC, w którym cykl kondycjonowania wstępnego nie jest odpowiedni do celów samodostosowania układu paliwowego silnika, przed kondycjonowaniem wstępnym silnika można przeprowadzić alternatywny przebieg dostosowujący zgodnie ze specyfikacją producenta.

2.3.2. W przypadku silników zasilanych sprężonym gazem ziemnym/ biometanem (CNG), które są samodostosowujące się z jednej strony do zakresu gazów H oraz z drugiej strony do zakresów gazów L i które przełączają się między gazem zakresu H a gazem zakresu L za pomocą przełącznika, silnik macierzysty jest badany na odpowiednim paliwie wzorcowym określonym w załączniku IX dla każdego zakresu, przy każdej pozycji przełącznika. Paliwa w odniesieniu do gazów zakresu H to G_R (paliwo 1) oraz G_{23} (paliwo 3), a paliwa G_{25} (paliwo 2) i G_{23} (paliwo 3) to paliwa dla gazów zakresu L, paliwa równoważne wytworzone z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1. Silnik macierzysty powinien spełniać wymogi niniejszego rozporządzenia w obu pozycjach przełącznika bez jakiegokolwiek ponownego dostosowywania napędzania paliwem między tymi dwoma badaniami w każdej pozycji przełącznika. Po zmianie paliwa dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący. Przebieg dostosowujący obejmuje kondycjonowanie wstępne w przypadku następującego badania emisji zgodnie z odpowiednim cyklem badania. W przypadku silników poddawanych badaniu NRSC, w którym cykl kondycjonowania wstępnego nie jest odpowiedni do celów samodostosowania układu paliwowego silnika, przed kondycjonowaniem wstępnym silnika można przeprowadzić alternatywny przebieg dostosowujący zgodnie ze specyfikacją producenta.

2.3.2.1. Producent może poddać badaniu silnik na trzecim paliwie zamiast G_{23} (paliwo 3), w przypadku gdy współczynnik zmiany λ (S_λ) jest zawarty między 0,89 (tzn. dolną granicą G_R) a 1,19 (tzn. górną granicą G_{25}), na przykład gdy paliwo 3 jest paliwem rynkowym. Wyniki tego badania można wykorzystać jako podstawę do oceny zgodności produkcji.

2.3.3. W przypadku silników zasilanych gazem ziemnym / biometanem współczynnik wyników emisji „r” ustala się dla każdego zanieczyszczenia w następujący sposób:

$$r = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 2}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 1}}$$

lub

$$r_a = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 2}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 3}}$$

oraz

$$r_b = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 1}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 3}}$$

▼B

2.3.4. W przypadku silników zasilanych LPG producent musi wykazać, że silnik macierzysty jest zdolny do przystosowywania się do dowolnego składu paliwa, jakie może się pojawić na rynku.

W przypadku silników zasilanych LPG występują wahania w składzie C_3/C_4. Wahania te są odzwierciedlone w paliwach wzorcowych. Silnik macierzysty musi spełniać wymogi dotyczące emisji w odniesieniu do paliw wzorcowych A i B określone w załączniku IX bez ponownego dostosowania do zasilania paliwem między tymi dwoma badaniami. Po zmianie paliwa dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący. Przebieg dostosowujący obejmuje kondycjonowanie wstępne w przypadku następującego badania emisji zgodnie z odpowiednim cyklem badania. W przypadku silników poddawanych badaniu NRSC, w którym cykl kondycjonowania wstępnego nie jest odpowiedni do celów samodostosowania układu paliwowego silnika, przed kondycjonowaniem wstępnym silnika można przeprowadzić alternatywny przebieg dostosowujący zgodnie ze specyfikacją producenta.

2.3.4.1. Współczynnik wyników emisji „r” dla każdej substancji zanieczyszczającej wyznacza się w następujący sposób:

$$r = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego B}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego A}}$$

2.4. Wymogi dotyczące silnika o ograniczonym zakresie paliw

Silnik o ograniczonym zakresie paliw powinien spełniać wymogi określone w pkt 2.4.1.–2.4.3.

▼M2

2.4.1. Silniki zasilane CNG i przeznaczone do pracy na gazach z zakresu H albo z zakresu L

▼B

2.4.1.1. Silnik macierzysty jest badany na odpowiednim paliwie wzorcowym, jak określono w załączniku IX dla odpowiedniego zakresu. Paliwa w odniesieniu do gazów zakresu H to G_R (paliwo 1) oraz G_{23} (paliwo 3), a paliwa G_{25} (paliwo 2) i G_{23} (paliwo 3) to paliwa dla gazów zakresu L, paliwa równoważne wytworzone z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1. Silnik macierzysty powinien spełniać wymogi niniejszego rozporządzenia bez jakiegokolwiek ponownego dostosowywania zasilania paliwem między tymi dwoma badaniami. Po zmianie paliwa dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący. Przebieg dostosowujący obejmuje kondycjonowanie wstępne w przypadku następującego badania emisji zgodnie z odpowiednim cyklem badania. W przypadku silników poddawanych badaniu NRSC, w którym cykl kondycjonowania wstępnego nie jest odpowiedni do celów samodostosowania układu paliwowego silnika, przed kondycjonowaniem wstępnym silnika można przeprowadzić alternatywny przebieg dostosowujący zgodnie ze specyfikacją producenta.

2.4.1.2. Producent może poddać badaniu silnik na trzecim paliwie zamiast G_{23} (paliwo 3), w przypadku gdy współczynnik zmiany λ (S_λ) jest zawarty między 0,89 (tzn. dolną granicą G_R) a 1,19 (tzn. górną granicą G_{25}), na przykład gdy paliwo 3 jest paliwem rynkowym. Wyniki tego badania można wykorzystać jako podstawę do oceny zgodności produkcji.

▼B

2.4.1.3. Współczynnik wyników emisji „r” w następujący sposób:

$$r = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 2}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 1}}$$

lub

$$r_a = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 2}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 3}}$$

oraz

$$r_b = \frac{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 1}}{\text{wynik emisji dla paliwa wzorcowego 3}}$$

▼M2

_____

▼B

2.4.2. W przypadku silników zasilanych gazem ziemnym lub LPG i przeznaczonych do zasilania paliwem o jednym, szczególnym składzie

2.4.2.1. Silnik macierzysty musi spełniać wymogi dotyczące emisji w odniesieniu do paliw wzorcowych G_R i G_{25} lub paliw równoważnych wytworzonych z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1 w przypadku CNG, wymogi emisji w odniesieniu do paliw wzorcowych G_R i G_{20} lub paliw równoważnych wytworzonych z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku VI dodatek 2 w przypadku skroplonego gazu ziemnego lub wymogi emisji w odniesieniu do paliw wzorcowych A i B w przypadku gazu płynnego, jak określono w załączniku IX. Między badaniami dozwolone jest precyzyjne dostrojenie układu paliwowego. Takie precyzyjne dostrojenie obejmuje ponowne wzorcowanie bazy danych dawek paliwa bez jakichkolwiek zmian zarówno podstawowej strategii kontroli, jak i podstawowej struktury bazy danych. W razie potrzeby dopuszcza się wymianę części bezpośrednio związanych z wielkością przepływu paliwa (takich jak dysze wtryskiwaczy).

2.4.2.2. W przypadku silników zasilanych CNG producent może poddać badaniu silnik na paliwach wzorcowych G_R i G_{23} lub na paliwach wzorcowych G_{25} i G_{23}, bądź na paliwach równoważnych wytworzonych z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami, jak określono w załączniku IX dodatek 1, w których to przypadkach homologacja typu UE jest ważna tylko w odniesieniu do, odpowiednio, gazów zakresu H lub gazów zakresu L.

2.4.2.3. W chwili dostawy do klienta silnik musi być opatrzony etykietą, jak określono w załączniku III do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, stwierdzającą, dla jakiego zakresu paliw zostało wykonane wzorcowanie silnika.

2.5. Wymogi dotyczące silnika zasilanego określonym paliwem tj. skroplonym gazem ziemnym / skroplonym biometanem (LNG)

Silnik zasilany określonym paliwem, tj. skroplonym gazem ziemnym / skroplonym biometanem powinien spełniać wymogi określone w pkt 2.5.1–2.5.2.

2.5.1. Silnik zasilany określonym paliwem, tj. skroplonym gazem ziemnym / skroplonym biometanem (LNG)

▼B

2.5.1.1. Silnik musi być wzorcowany dla określonego składu gazu LNG, czego skutkiem jest współczynnik zmiany λ nieróżniący się o więcej niż 3 % od współczynnika zmiany λ dla paliwa G_{20} określonego w załączniku IX i który nie zawiera więcej niż 1,5 % etanu.

2.5.1.2. Jeżeli wymogi określone w pkt 2.5.1.1 nie zostały spełnione, producent ubiega się o udzielenie homologacji typu dla silnika zasilanego paliwem uniwersalnym zgodnie ze specyfikacjami określonymi w pkt 2.1.3.2.

▼M2

2.5.2. Silnik dwupaliwowy zasilany określonym paliwem, tj. skroplonym gazem ziemnym (LNG)

2.5.2.1. W przypadku rodziny silników dwupaliwowych, jeżeli silniki są wzorcowane dla określonego składu gazu LNG, dla którego współczynnik zmiany λ nie różni się o więcej niż 3 % od współczynnika zmiany λ dla paliwa G_{20} określonego w załączniku IX i który nie zawiera więcej niż 1,5 % etanu, silnik macierzysty bada się jedynie dla gazowego paliwa wzorcowego G_{20} lub paliwa równoważnego wytworzonego z zastosowaniem domieszki gazu z rurociągu z innymi gazami określonymi w załączniku IX dodatek 1.

▼B

2.6. Homologacja typu UE członka rodziny silników

2.6.1. Z wyłączeniem przypadku określonego w pkt 2.6.2 homologację typu UE silnika macierzystego rozszerza się bez dalszego badania na wszystkie silniki tej rodziny silników, dla każdego składu paliwa, w odniesieniu do którego silnik macierzysty uzyskał homologację typu UE (w przypadku silników opisanych w pkt 2.5) lub tej samej klasy składu paliwa (w przypadku silników opisanych w pkt 2.3 lub 2.4), dla której silnik macierzysty uzyskał homologację typu UE.

▼M3

2.6.2. Jeśli organ udzielający homologacji stwierdzi, że w odniesieniu do wybranego silnika macierzystego przedłożony wniosek nie reprezentuje w pełni rodziny silników zdefiniowanej w załączniku IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, organ udzielający homologacji może wybrać i zbadać silnik alternatywny lub, gdy jest to niezbędne, dodatkowy silnik odniesienia.

▼B

2.7. Dodatkowe wymogi dla silników dwupaliwowych

W celu uzyskania homologacji typu UE typu silników dwupaliwowych lub rodziny silników producent:

a) musi przeprowadzić badania zgodnie z tabelą 1.3 dodatku 1;

b) poza spełnieniem wymogów określonych w sekcji 2 musi wykazać, że silniki dwupaliwowe są poddawane badaniom określonym w załączniku VIII oraz że spełniają wymogi określone w tym załączniku.

▼B

Dodatek 1

Podsumowanie procesu homologacji typu silników zasilanych gazem ziemnym i LPG, w tym silników dwupaliwowych

Tabele 1.1–1.3 przedstawiają podsumowanie procesu homologacji typu silników zasilanych gazem ziemnym i LPG oraz podsumowanie minimalnej liczby badań wymaganych do przeprowadzenia homologacji silników dwupaliwowych.

Tabela 1.1

Homologacja typu UE silników zasilanych gazem ziemnym

	Pkt 2.3: Wymogi dotyczące silnika o uniwersalnym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”	Pkt 2.4: Wymogi dotyczące silnika o ograniczonym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”
Zob. pkt 2.3.1. Silnik zasilany gazem ziemnym, dostosowujący się do dowolnego składu paliwa	G_R (1) i G_{25} (2) Na żądanie producenta silnik może być badany na dodatkowym paliwie rynkowym (3), jeżeli S_l = 0,89 – 1,19	2 (maks. 3)	$r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$ oraz, przy badaniu na dodatkowym paliwie; $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3(market fuel)}}$ oraz $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$			
Zob. pkt 2.3.2. silnik zasilany NG samodostosowujący się za pomocą przełącznika	G_R (1) i G_{23} (3) dla H oraz G_{25} (2) i G_{23} (3) dla L Na żądanie producenta silnik może być badany na paliwie rynkowym (3), zamiast G_{23}, jeżeli S_l = 0,89 – 1,19	2 dla zakresu H; oraz 2 dla zakresu L; przy odnośnej pozycji przełącznika	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{or market fuel})}$ oraz $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{or market fuel})}$			
Zob. pkt 2.4.1. silnik zasilany NG przeznaczony do pracy na gazach z zakresu H lub z zakresu L				G_R (1) i G_{23} (3) dla H; lub G_{25} (2) i G_{23} (3) dla L Na żądanie producenta silnik może być badany na paliwie rynkowym (3), zamiast G_{23}, jeżeli S_l = 0,89 – 1,19	2 dla zakresu H lub 2 dla zakresu L2	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{or market fuel})}$ dla zakresu H lub $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{or market fuel})}$ dla zakresu L

▼B

	Pkt 2.3: Wymogi dotyczące silnika o uniwersalnym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”	Pkt 2.4: Wymogi dotyczące silnika o ograniczonym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”
Zob. pkt 2.4.2. silnik gazowy przeznaczony do pracy na paliwie o jednym, określonym składzie				G_R (1) i G_{25} (2); dozwolone precyzyjne dostrojenie między badaniami. Na żądanie producenta silnik może być badany na paliwie: G_R (1) i G_{23} (3) dla H; lub G_{25} (2) i G_{23} (3) dla L	2 2 dla zakresu H lub 2 dla zakresu L	

Tabela 1.2

Homologacja typu UE silników zasilanych LPG

	Pkt 2.3: Wymogi dotyczące silnika o uniwersalnym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”	Pkt 2.4: Wymogi dotyczące silnika o ograniczonym zakresie paliw	Liczba badań	Obliczenie „r”
Zob. pkt 2.3.4. Silnik zasilany gazem płynnym, dostosowujący się do dowolnego składu paliwa	Paliwo A i paliwo B	2	$r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$			
Zob. pkt 2.4.2. Silnik zasilany gazem płynnym przeznaczony do pracy na paliwie o jednym, określonym składzie				Paliwo A i paliwo B, dozwolone precyzyjne dostrojenie między badaniami	2	

Tabela 1.3

Minimalna liczba badań wymaganych w przypadku homologacji typu UE silników dwupaliwowych

Typ silnika dwupaliwowego	Tryb zasilania paliwem ciekłym	Tryb dwupaliwowy			
		CNG	LNG	LNG_{20}	LPG
1A		Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)	Uniwersalny (2 badania)	Określone paliwo (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)
1B	Uniwersalny (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)	Uniwersalny (2 badania)	Określone paliwo (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)

▼B

Typ silnika dwupaliwowego	Tryb zasilania paliwem ciekłym	Tryb dwupaliwowy			
		CNG	LNG	LNG_{20}	LPG
2A		Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)	Uniwersalny (2 badania)	Określone paliwo (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)
2B	Uniwersalny (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)	Uniwersalny (2 badania)	Określone paliwo (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)
3B	Uniwersalny (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)	Uniwersalny (2 badania)	Określone paliwo (1 badanie)	Uniwersalny lub ograniczony (2 badania)

▼B

ZAŁĄCZNIK II

Ustalenia dotyczące zgodności produkcji

1. **Definicje**

Do celów niniejszego załącznika stosuje się następujące definicje:

1.1. „system zarządzania jakością” oznacza zbiór wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących elementów stosowanych przez organizacje w celu kierowania procedurami jakości i kontrolowania ich wdrażania oraz realizacji celów w zakresie jakości;

1.2. „audyt” oznacza proces zbierania dowodów w celu oceny, na ile skutecznie stosowane są kryteria audytu; powinien on być obiektywny, bezstronny i niezależny, a proces audytu powinien być zarówno systematyczny, jak i udokumentowany;

1.3. „działania naprawcze” oznaczają proces rozwiązywania problemów obejmujący podejmowanie kolejnych kroków w celu usunięcia przyczyn niezgodności lub niepożądanej sytuacji i mający zapobiegać ich ponownemu wystąpieniu;

2. **Cel**

2.1. Ustalenia dotyczące zgodności produkcji mają na celu zapewnienie, aby każdy silnik był zgodny z wymogami dotyczącymi specyfikacji, działania i oznakowań homologowanego typu silników lub rodziny silników.

2.2. Procedury te zawsze zawierają ocenę systemów zarządzania jakością, określaną jako „ocena wstępna” ustanowioną w sekcji 3 oraz weryfikację i kontrole odnoszące się do produkcji określane jako „uzgodnienia dotyczące zgodności produktów” ustanowione w sekcji 4.

3. **Ocena wstępna**

3.1. Przed udzieleniem homologacji typu UE organ udzielający homologacji typu musi sprawdzić istnienie zadowalających ustaleń i procedur ustanowionych przez producenta w celu zapewnienia skutecznej kontroli, tak aby produkowane silniki były zgodne z homologowanym typem silników lub homologowaną rodziną silników.

3.2. Wytyczne dotyczące audytowania systemów zarządzania jakością lub zarządzania środowiskowego, określone w normie EN ISO 19011:2011 stosuje się do oceny wstępnej.

3.3. Organowi udzielającemu homologacji typu wystarcza ocena początkowa wraz z uzgodnieniami dotyczącymi zgodności produktu opisanymi w sekcji 4 z uwzględnieniem, jeżeli jest to niezbędne, jednego z uzgodnień opisanych w pkt 3.3.1–3.3.3 lub kombinacji tych uzgodnień w całości lub częściowo, stosownie do przypadku.

3.3.1. Ocenę początkową lub weryfikację uzgodnień dotyczących zgodności produktu przeprowadza organ udzielający homologacji typu lub mianowany organ działający w imieniu organu udzielającego homologacji typu.

3.3.1.1. Podczas rozpatrywania zakresu oceny początkowej, którą należy przeprowadzić, organ udzielający homologacji typu może wziąć pod uwagę dostępne informacje odnoszące się do certyfikacji producenta, która nie została przyjęta na podstawie pkt 3.3.3.

▼M2

3.3.2. Ocena początkowa i weryfikacja uzgodnień dotyczących zgodności produktu może zostać również przeprowadzona we współpracy z organem udzielającym homologacji typu innego państwa członkowskiego lub przez mianowany organ wyznaczony do tego celu przez organ udzielający homologacji typu.

▼B

3.3.2.1. W takim przypadku organ udzielający homologacji typu innego państwa członkowskiego musi przygotować oświadczenie o zgodności, określając obszary i zakłady produkcyjne, które uznano za istotne dla silników podlegających homologacji typu UE.

3.3.2.2. Po otrzymaniu wniosku o wydanie oświadczenia o zgodności przez organ udzielający homologacji typu państwa członkowskiego udzielającego homologacji typu UE, organ udzielający homologacji typu innego państwa członkowskiego niezwłocznie przesyła oświadczenie zgodności lub powiadamia, że nie jest w stanie wydać takiego oświadczenia.

3.3.2.3. Oświadczenie o zgodności zawiera co najmniej dane dotyczące:

3.3.2.3.1 grupy lub przedsiębiorstwa (np. produkcja XYZ);

3.3.2.3.2 wyodrębnionej jednostki (np. działu europejskiego);

3.3.2.3.3 fabryk/zakładów (np. fabryki silników 1 (Zjednoczone Królestwo) – fabryki silników 2 (Niemcy));

3.3.2.3.4. określonych typów/rodzin silników

3.3.2.3.5 ocenionych obszarów (np. montażu silników, badań silników, produkcji opartej na technologii oczyszczania spalin)

3.3.2.3.6 badanych dokumentów (np. podręczników i procedur zapewnienia jakości przedsiębiorstwa i zakładu);

3.3.2.3.7 daty dokonania oceny (np. audytu przeprowadzonego w dniach 18–30.5.2013);

3.3.2.3.8 planowanej wizyty monitorującej (np. październik 2014 r.).

3.3.3. Organ udzielający homologacji typu akceptuje również odpowiednie świadectwa producenta zgodne ze zharmonizowaną normą EN ISO 9001:2008 lub z równoważną zharmonizowaną normą spełniającą wymagania oceny wstępnej określone w pkt 3.3. Producent przedstawia szczegóły dotyczące świadectw i zobowiązuje się do informowania organu udzielającego homologacji typu o jakichkolwiek zmianach jej ważności lub zakresu.

4. **Uzgodnienia dotyczące zgodności produktów**

4.1. Każdy silnik posiadający homologację typu UE zgodnie z rozporządzeniem (UE) 2016/1628, niniejszym rozporządzeniem delegowanym, rozporządzeniem delegowanym (UE) 2017/655 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/656 produkuje się w taki sposób, aby był zgodny z homologowanym typem silników lub homologowaną rodziną silników poprzez spełnienie wymogów określonych w niniejszym załączniku, rozporządzeniu (UE) 2016/1628 i wyżej wspomnianych rozporządzeniach delegowanych i wykonawczych.

4.2. Przed udzieleniem homologacji typu UE na podstawie rozporządzenia (UE) 2016/1628 oraz aktów delegowanych i wykonawczych przyjętych na podstawie wspomnianego rozporządzenia, organ udzielający homologacji typu weryfikuje, czy istnieją odpowiednie uzgodnienia i udokumentowane plany kontroli, które należy uzgodnić z producentem w przypadku każdej homologacji typu, w celu przeprowadzania w określonych odstępach czasu takich badań lub związanych z nimi kontroli niezbędnych do weryfikacji trwałej zgodności z homologowanym typem silników lub rodziną silników, w tym, w stosownych przypadkach, badań określonych w rozporządzeniu (UE) 2016/1628 oraz aktach delegowanych i wykonawczych przyjętych na podstawie tego rozporządzenia.

▼B

4.3. Posiadacz homologacji typu UE:

4.3.1. zapewnia istnienie i stosowanie procedur skutecznej kontroli zgodności silników z homologowanym typem silników lub rodziną silników;

4.3.2. ma dostęp do urządzeń badawczych i innych odpowiednich urządzeń niezbędnych do skontrolowania zgodności z każdym homologowanym typem silników lub rodziną silników;

4.3.3. zapewnia, aby wyniki badań lub kontroli były zapisane, a załączone dokumenty pozostały dostępne przez okres do 10 lat, który zostanie ustalony w porozumieniu z organem udzielającym homologacji typu;

4.3.4. w przypadku silników kategorii NRSh i NRS z wyjątkiem NRS-v-2b i NRS-v-3 – zapewnia, aby dla każdego typu silnika przeprowadzono przynajmniej kontrole i badania zalecone w rozporządzeniu (UE) 2016/1628 oraz w aktach delegowanych i wykonawczych przyjętych na mocy tego rozporządzenia. W przypadku innych kategorii producent i organ udzielający homologacji typu mogą uzgodnić badania na poziomie części lub zespołu części z uwzględnieniem właściwego kryterium;

4.3.5. dokonać analizy wyników każdego typu badania lub kontroli w celu weryfikacji i zapewnienia stabilności właściwości produktu, uwzględniając zmienność produkcji przemysłowej;

4.3.6. zapewnić, aby dowolny zestaw próbek lub części badanych wykazujących brak zgodności podczas omawianego rodzaju badania stanowił podstawę do przeprowadzenia dalszego pobierania próbek oraz badań lub kontroli.

4.4. Jeżeli wyniki późniejszego audytu lub kontroli, o których mowa w pkt 4.3.6, zostaną uznane przez organ udzielający homologacji typu za niezadowalające, producent musi zapewnić, aby możliwie jak najszybciej przywrócono zgodność produkcji poprzez podjęcie działań naprawczych w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu.

5. **Uzgodnienia dotyczące stałej weryfikacji**

5.1. Organ, który udzielił homologacji typu UE, może w dowolnym czasie dokonać weryfikacji metod kontroli zgodności produkcji stosowanych w każdym z ośrodków produkcyjnych poprzez audyty okresowe. Producent musi w tym celu umożliwić dostęp do miejsc produkcji, kontroli, badania, składowania i dystrybucji oraz dostarcza wszystkie niezbędne informacje w odniesieniu do dokumentacji i zapisów dotyczących systemu zarządzania jakością.

5.1.1. W ramach normalnego podejścia do takich okresowych audytów należy monitorować stałą skuteczność procedur określonych w sekcjach 3 i 4 (ocena wstępna i uzgodnienia dotyczące zgodności produktów).

5.1.1.1. Czynności nadzoru przeprowadzone przez służby techniczne (wykwalifikowane lub uznane zgodnie z wymogiem pkt 3.3.3) są uznawane za spełniające wymogi pkt 5.1.1 w odniesieniu do procedur ustanowionych podczas oceny początkowej.

▼B

5.1.1.2. Aby zagwarantować, że odpowiednie kontrole zgodności produkcji przeprowadzane zgodnie z sekcjami 3 i 4 są poddawane przeglądowi w okresie dostosowanym do klimatu zaufania ustanowionego przez organ udzielający homologacji typu, weryfikacje (inne niż te, o których mowa w pkt 5.1.1.1) muszą być przeprowadzane z minimalną częstotliwością co dwa lata. Organ udzielający homologacji typu powinien jednak przeprowadzać dodatkowe weryfikacje w zależności od produkcji rocznej, wyników wcześniejszych ocen i potrzeby monitorowania działań naprawczych oraz na uzasadnione żądanie innego organu udzielającego homologacji typu lub jakiegokolwiek organu nadzoru rynku.

5.2. Podczas każdego przeglądu inspektorowi udostępnia się zapisy badań, kontroli oraz produkcji, dotyczy to w szczególności zapisów tych badań lub kontroli, które są udokumentowane zgodnie z wymogami pkt 4.2.

5.3. Inspektor może pobrać próbki losowo w celu poddania ich badaniom w laboratorium producenta lub w obiektach służby technicznej, w którym to przypadku przeprowadza się jedynie badania fizyczne. Minimalna liczba próbek może być określana według wyników weryfikacji prowadzonej samodzielnie przez producenta.

5.4. Jeżeli poziom kontroli okazuje się niezadowalający lub jeżeli wydaje się, że konieczne jest zweryfikowanie ważności badań przeprowadzonych w zastosowaniu pkt 5.2, lub jeżeli inny organ udzielający homologacji typu lub jakikolwiek organ nadzoru rynku przedstawi uzasadnione żądanie, inspektor musi wybrać próbki, które zostaną zbadane w laboratorium producenta lub wysłane do służby technicznej w celu przeprowadzenia badań fizycznych zgodnie z wymogami określonymi w sekcji 6, w rozporządzeniu (UE) 2016/1628 oraz w aktach delegowanych i wykonawczych przyjętych na podstawie tego rozporządzenia.

5.5. Jeżeli zgodnie z art. 39 ust. 3 rozporządzenia (UE) 2016/1628 organ udzielający homologacji typu lub organ udzielający homologacji typu w innym państwie członkowskim stwierdzi w trakcie inspekcji lub przeglądu monitorującego, że wyniki są niezadowalające, organ udzielający homologacji typu musi zapewnić, by podjęto wszystkie niezbędne działania, aby jak najszybciej przywrócić zgodność produkcji.

6. **Wymogi dotyczące badań zgodności produkcji w przypadkach niezadowalającego poziomu kontroli zgodności produktów, o którym mowa w pkt 5.4**

6.1. W przypadku niezadowalającego poziomu kontroli zgodności produktów, o którym mowa w pkt 5.4 lub 5.5, zgodność produkcji należy sprawdzić, wykonując badania emisji na podstawie opisu przedstawionego w świadectwach homologacji typu UE, które określono w załączniku IV do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

6.2. Jeżeli pkt 6.3 nie stanowi inaczej, należy zastosować następującą procedurę:

6.2.1. Z produkcji seryjnej analizowanego typu silnika wybiera się trzy silniki i, w stosowanych przypadkach, trzy układy wtórnej obróbki spalin. Należy wybrać dodatkowe silniki, jeżeli jest to konieczne do podjęcia pozytywnej lub negatywnej decyzji. Aby podjąć decyzję pozytywną, należy zbadać minimum cztery silniki.

6.2.2. Po tym, jak inspektor wybierze silniki, producent nie może dokonać żadnych regulacji wybranych silników.

▼B

6.2.3. Silniki poddaje się badaniom emisji zgodnie z wymogami określonymi w załączniku VI lub, w przypadku silników dwupaliwowych, zgodnie z dodatkiem 2 do załącznika VIII, i poddaje się cyklom badania właściwym dla danego typu silnika zgodnie z załącznikiem XVII.

▼M2

6.2.3.1. Niezależnie od przepisów pkt 6.2.3 w przypadku silników kategorii RLL, jeżeli istniejące sprawozdanie z badań stosuje się do homologacji typu zgodnie z art. 7 ust. 2 rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, obciążenie procentowe, moc i współczynnik wagowy dla numeru fazy cyklu badania typu F do celów niniejszego załącznika mogą być takie same jak stosowane do badania do celów homologacji typu.

▼B

6.2.4. Przyjmuje się wartości graniczne określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628. W przypadku silników wyposażonych w układ wtórnej obróbki spalin z regeneracją nieczęstą, o których mowa w pkt 6.6.2 załącznika VI, każdy wynik emisji zanieczyszczeń gazowych lub pyłowych koryguje się przy użyciu współczynnika, który ma zastosowanie do danego typu silników. We wszystkich przypadkach każdy wynik emisji zanieczyszczeń gazowych lub pyłowych koryguje się poprzez zastosowanie współczynników pogorszenia jakości (DF) dla tego typu silników ►M2 które zostały określone zgodnie z załącznikiem III ◄.

6.2.5. Badania przeprowadza się na nowo wyprodukowanych silnikach.

6.2.5.1. Na wniosek producenta badania mogą być przeprowadzone na silnikach, które były docierane albo przez czas wynoszący 2 % okresu trwałości emisji, albo przez 125 godzin, w zależności od tego, który czas jest dłuższy. W takim przypadku procedurę docierania przeprowadza producent, który zobowiązuje się nie dokonywać na tych silnikach żadnych regulacji. Jeżeli producent ustalił procedurę docierania w pkt 3.3 dokumentu informacyjnego, jak określono w załączniku I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, docieranie przeprowadza się zgodnie z tą procedurą.

6.2.6. Na podstawie badań silnika przez pobieranie próbek zgodnie z dodatkiem 1, produkcję seryjną danych silników uznaje się za odpowiadającą homologowanemu typowi, w przypadku gdy wydana zostanie decyzja pozytywna dotycząca poziomów emisji wszystkich zanieczyszczeń, oraz za nieodpowiadającą homologowanemu typowi, jeżeli wydana zostanie decyzja negatywna dotycząca poziomów emisji wszystkich zanieczyszczeń, zgodnie z kryteriami badania zastosowanymi w dodatku 1 i zgodnie z rys. 2.1.

6.2.7. Jeżeli wydana zostanie decyzja pozytywna dotycząca jednej substancji zanieczyszczającej, decyzji tej nie można zmienić w wyniku badań dodatkowych przeprowadzonych w celu uzyskania decyzji dla innych zanieczyszczeń.

Jeżeli dla żadnej z substancji zanieczyszczających nie zostanie wydana decyzja pozytywna lub jeżeli dla którejkolwiek substancji zanieczyszczającej nie zostanie wydana decyzja negatywna, badanie należy przeprowadzić na innym silniku.

6.2.8. Jeżeli nie uzyskano żadnej decyzji, producent może w dowolnej chwili podjąć decyzję o zaprzestaniu badania. W takim przypadku odnotowuje się decyzję negatywną.

6.3. W drodze odstępstwa od pkt 6.2.1 w przypadku typów silników, których wielkość sprzedaży w UE wynosi mniej niż 100 jednostek rocznie, należy zastosować następującą procedurę:

6.3.1. Z produkcji seryjnej analizowanego typu silnika wybiera się jeden silnik i, w stosowanych przypadkach, jeden układ wtórnej obróbki spalin.

6.3.2. Jeżeli silnik spełnia wymogi określone w pkt 6.2.4, wydawana jest decyzja pozytywna i nie są potrzebne żadne dalsze badania.

6.3.3. Jeżeli wyniki badania nie będą zgodne z wymogami określonymi w pkt 6.2.4, należy postępować zgodnie z procedurą określoną w pkt 6.2.6–6.2.9.

▼B

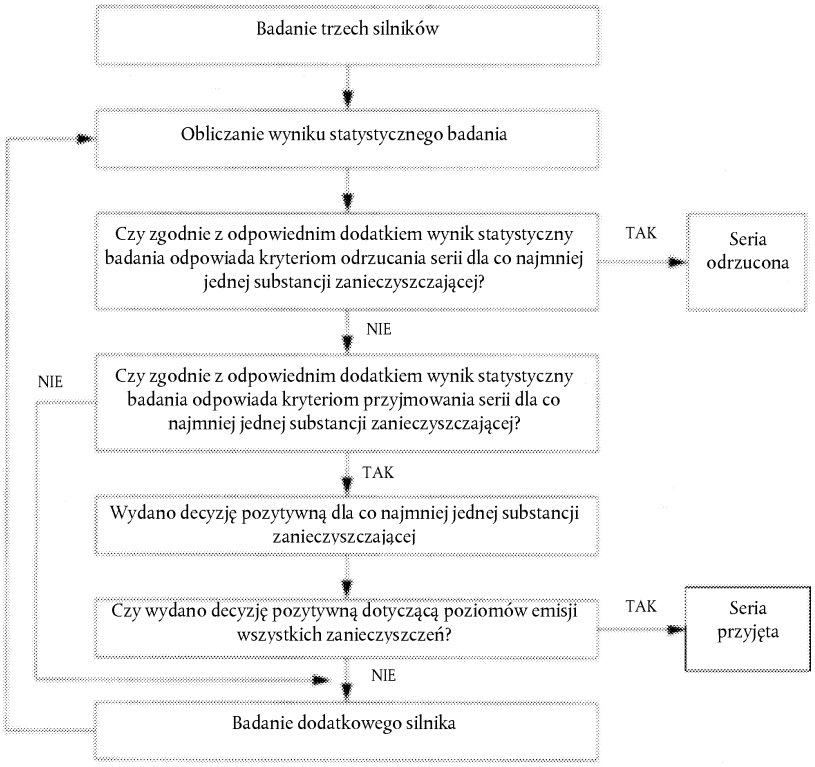
6.4. Wszystkie te badania można przeprowadzić na paliwie rynkowym. Na wniosek producenta należy jednak użyć paliw wzorcowych opisanych w załączniku IX. ►M2 Dla silników zasilanych gazem ziemnym/biometanem (NG) lub skroplonym gazem ropopochodnym (LPG), w tym silników dwupaliwowych, badania przeprowadza się z wykorzystaniem przynajmniej dwóch paliw wzorcowych dla każdego silnika zasilanego gazem, chyba że dla silnika zasilanego gazem, dla którego wydano homologację typu określającą paliwo, wymagane jest tylko jedno paliwo wzorcowe, zgodnie z opisem w dodatku 1 do załącznika I. ◄ Jeżeli wykorzystuje się więcej niż jedno paliwo wzorcowe, wyniki powinny wykazać, że silnik spełnia wartości graniczne dla każdego paliwa.

6.5. Niezgodność silników zasilanych gazem

W przypadku sporów dotyczących zgodności silników zasilanych gazem, w tym silników dwupaliwowych, przy wykorzystaniu paliwa rynkowego należy wykonać badania na każdym paliwie wzorcowym, na którym zbadano silnik macierzysty, oraz – na wniosek producenta – na ewentualnym dodatkowym trzecim paliwie, o którym mowa w pkt 2.3.1.1.1, 2.3.2.1 i 2.4.1.2 w załączniku I, na którym silnik macierzysty mógł być badany. W stosowanych przypadkach wyniki należy przekształcić przez przeliczenia z zastosowaniem odpowiednich współczynników „r”, „r_a” lub „r_b”, jak określono w pkt 2.3.3, 2.3.4.1 i 2.4.1.3 w załączniku I. Jeżeli wartości „r”, „r_a” lub „r_b” są mniejsze od 1, nie przeprowadza się korekcji. Wartości zmierzone i, w stosownych przypadkach, obliczone muszą wykazać, że silnik mieści się w wartościach granicznych dla wszystkich właściwych paliw (np. paliwa 1, 2 i – odpowiednio – trzecie paliwo w przypadku silników zasilanych gazem ziemnym / biometanem oraz paliwa A i B w przypadku silników zasilanych LPG).

Rysunek 2.1

Schemat badania zgodności produkcji



▼B

Dodatek 1

Procedura badania zgodności produkcji

1. W niniejszym dodatku opisano procedurę wykorzystywaną w celu weryfikacji zgodności produkcji w zakresie poziomów emisji zanieczyszczeń.

2. Przy minimalnej liczebności próby wynoszącej trzy silniki, procedurę pobierania próbek ustala się w taki sposób, aby prawdopodobieństwo pomyślnego przejścia badania przez partię przy wartości wskaźnika wadliwości silników 30 % wyniosło 0,90 (ryzyko producenta = 10 %), podczas gdy prawdopodobieństwo zaakceptowania partii przy 65 % wartości wskaźnika wadliwości silników wyniosło 0,10 (ryzyko konsumenta = 10 %).

3. Dla każdej substancji zanieczyszczającej w emisji stosuje się poniższą procedurę (zob. rysunek 2.1):

   Zakładamy, że: n = liczebność bieżącej próby.

4. Dla próby ustala się wynik statystyczny badania, określający łączną liczbę silników wykazujących niezgodności podczas n-tego badania.

5. Następnie:

   a) jeżeli statystyka badania jest mniejsza lub równa wartości decyzji pozytywnej dla wielkości próby przedstawionej w tabeli 2.1, dla substancji zanieczyszczającej uzyskuje się decyzję pozytywną;

   b) jeżeli statystyka badania jest wyższa lub równa decyzji negatywnej dla wielkości próby przedstawionej w tabeli 2.1, dla substancji zanieczyszczającej uzyskuje się decyzję negatywną;

   c) w innym przypadku bada się dodatkowy silnik zgodnie z pkt 6.2, a procedurę obliczeniową stosuje się do próby powiększonej o dodatkową jednostkę.

   W tabeli 2.1 wartości decyzji pozytywnej i negatywnej oblicza się zgodnie z normą międzynarodową ISO 8422/1991.

Tabela 2.1

Statystyki badania zgodności procedury

Minimalna wielkość próby: 3 Minimalna wielkość próby dla decyzji pozytywnej: 4

Łączna liczba badanych silników (wielkość próby)	Wartość decyzji pozytywnej	Wartość decyzji negatywnej
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6

▼B

Łączna liczba badanych silników (wielkość próby)	Wartość decyzji pozytywnej	Wartość decyzji negatywnej
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

▼B

ZAŁĄCZNIK III

Metoda dostosowywania wyników testów laboratoryjnych dotyczących emisji tak, aby uwzględniały one współczynniki pogorszenia jakości

1. **Definicje**

Na potrzeby niniejszego załącznika stosuje się następujące definicje:

1.1. „cykl starzenia” oznacza działanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub silnika (prędkość, obciążenie, moc), które ma zostać wykonane w okresie akumulacji godzin pracy;

1.2. „podstawowe części związane z emisją zanieczyszczeń” oznaczają układ wtórnej obróbki spalin, elektroniczną jednostkę sterującą silnika oraz jego powiązane czujniki i siłowniki oraz układ recyrkulacji gazów spalinowych (EGR), w tym wszystkie odpowiednie filtry, chłodnice, zawory sterujące i przewody rurowe;

1.3. „podstawowa konserwacja związana z emisją zanieczyszczeń” oznacza obsługę techniczną podstawowych części silnika związanych z emisją zanieczyszczeń;

1.4. „konserwacja związana z emisją zanieczyszczeń” oznacza obsługę techniczną mającą zasadniczy wpływ na emisję zanieczyszczeń lub mogącą wpływać na wyniki emisji zanieczyszczeń przez maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach lub silnik podczas normalnej eksploatacji;

1.5. „rodzina silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin” oznacza ustaloną przez producenta grupę silników zgodnych z definicją rodziny silników, które dodatkowo pogrupowano w rodzinę rodzin silników wyposażonych w podobny układ wtórnej obróbki spalin;

1.6. „konserwacja niezwiązana z emisją zanieczyszczeń” oznacza obsługę techniczną niemającą zasadniczego wpływu na emisję zanieczyszczeń ani niemającą trwałego wpływu na pogorszenie jakości w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń przez maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach lub silnik podczas normalnej eksploatacji po wykonaniu obsługi technicznej;

1.7. „plan akumulacji godzin pracy” oznacza cykl starzenia i okres akumulacji godzin pracy na potrzeby ustalania współczynników pogorszenia jakości dla rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin;

2. **Uwagi ogólne**

2.1. W niniejszym załączniku opisano procedury wyboru silników, które mają być poddane badaniom przeprowadzanym zgodnie z planem akumulacji godzin pracy w celu ustalenia współczynników pogorszenia jakości, służącego przeprowadzeniu ocen w ramach homologacji typu UE typu i rodziny silników i badania zgodności produkcji. Współczynniki pogorszenia jakości stosuje się do emisji zmierzonych zgodnie z załącznikiem VI oraz oblicza zgodnie z załącznikiem VII, stosując procedurę określoną odpowiednio w pkt 3.2.7 lub pkt 4.3.

2.2. Badania z wykorzystaniem akumulacji godzin pracy lub badania emisji wykonywane w celu określenia współczynników pogorszenia nie muszą być przeprowadzane w obecności organu udzielającego homologacji typu.

▼B

2.3. W niniejszym załączniku zamieszczono także szczegółowe informacje dotyczące konserwacji związanej i niezwiązanej z emisją zanieczyszczeń, którą powinny lub mogą być objęte silniki w ramach planu akumulacji godzin pracy. Taka konserwacja musi odpowiadać konserwacji, której poddawane są silniki w trakcie eksploatacji, i informuje się o niej użytkowników końcowych nowych silników.

3. **Kategorie silników NRE, NRG, IWP, IWA, RLL, RLR, SMB, ATS oraz podkategorie NRS-v-2b i NRS-v-3**

3.1. Wybór silników w celu ustalenia współczynników pogorszenia jakości w okresie trwałości emisji

3.1.1. Silniki są wybierane z rodziny silników zdefiniowanej w sekcji 2 w załączniku IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 do badania emisji celem ustalenia współczynników pogorszenia jakości w okresie trwałości emisji.

▼M2

3.1.2. Silniki z różnych rodzin silników można dalej łączyć w rodziny na podstawie typu użytkowanego układu wtórnej obróbki spalin lub, jeżeli nie stosuje się żadnego układu wtórnej obróbki spalin, na podstawie podobieństwa charakterystyki technicznej układu kontroli emisji. Silniki mające inne średnice i skoki cylindrów, inne układy cylindrów, inne układy wlotowe powietrza lub inne układy paliwowe można uznać za równoważne pod względem charakterystyki pogorszenia emisji, jeżeli producent przedstawi organowi udzielającemu homologacji typu dane potwierdzające, że jest do tego rozsądna podstawa techniczna. Aby umieścić w tej samej rodzinie ze względu na układ wtórnej obróbki spalin rodziny silników o takich samych specyfikacjach technicznych i montażu układów wtórnej obróbki spalin, producent przedstawia organowi udzielającemu homologacji typu dane wykazujące podobieństwo takich silników pod względem ograniczenia emisji zanieczyszczeń.

3.1.3. Badany silnik musi być reprezentatywny pod względem charakterystyki pogorszenia emisji dla rodzin silników, dla których otrzymane współczynniki pogorszenia jakości będą stosowane do celów homologacji typu. Przed rozpoczęciem jakichkolwiek badań producent silników wybiera do badania w ramach planu akumulacji godzin pracy określonego w pkt 3.2.2 jeden silnik reprezentujący rodzinę silników, grupę rodzin silników lub rodzinę silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin określoną zgodnie z pkt 3.1.2, który zgłasza organowi udzielającemu homologacji typu.

3.1.4. Jeżeli organ udzielający homologacji typu stwierdzi, że inny badany silnik może lepiej charakteryzować najmniej korzystną wielkość emisji zgodnie z najgorszym scenariuszem dla rodziny silników, grupy rodzin silników lub rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin, wówczas silnik, który ma być wykorzystany w badaniu, jest wybierany wspólnie przez organ udzielający homologacji typu i producenta silników.

▼B

3.2. Ustalanie współczynników pogorszenia jakości w okresie trwałości emisji

▼M2

3.2.1. Uwagi ogólne

Współczynniki pogorszenia jakości mające zastosowanie do rodziny silników, grupy rodzin silników lub rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin określa się przy użyciu wybranych silników na podstawie planu akumulacji godzin pracy obejmującego okresowe badania emisji gazów i cząstek stałych w każdym cyklu badania właściwym dla kategorii silnika, jak określono w załączniku IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628. W przypadku cykli badań w warunkach zmiennych (badanie niestacjonarne) (NRTC) dla maszyn nieporuszających się po drogach wykorzystywane są jedynie wyniki przebiegu NRTC w cyklu gorącego rozruchu (NRTC w cyklu gorącego rozruchu).

▼B

3.2.1.1. Na wniosek producenta organ udzielający homologacji typu może zezwolić na stosowanie współczynników pogorszenia jakości ustalonych przy zastosowaniu procedur alternatywnych wobec tych, które określono w pkt 3.2.2–3.2.5. W takim przypadku producent wykazuje, w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu, że zastosowane procedury alternatywne są nie mniej rygorystyczne niż procedury zawarte w pkt 3.2.2–3.2.5.

3.2.2. Plan akumulacji godzin pracy

Zależnie od uznania producenta plan akumulacji godzin pracy można realizować poprzez uruchomienie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, wyposażonej w wybrany silnik w ramach planu akumulacji godzin pracy w warunkach eksploatacyjnych lub poprzez pracę wybranego silnika w ramach planu akumulacji godzin pracy z zastosowaniem hamulca dynamometrycznego. Producent nie musi używać paliwa wzorcowego w akumulacji godzin pracy pomiędzy punktami pomiarowymi pomiaru emisji.

3.2.2.1. Plan akumulacji godzin pracy w eksploatacji oraz z zastosowaniem hamulca dynamometrycznego

3.2.2.1.1. Producent określa formę i czas trwania akumulacji godzin pracy i cyklu starzenia dla silników w sposób zgodny z właściwą oceną techniczną.

3.2.2.1.2. Producent określa punkty pomiarowe, w których w mających zastosowanie cyklach będą mierzone emisje gazów i cząstek stałych, w następujący sposób:

3.2.2.1.2.1. Jeżeli zgodnie z pkt 3.2.2.1.7 wykonuje się plan akumulacji godzin pracy o czasie krótszym niż okres trwałości emisji, należy wyznaczyć co najmniej trzy punkty pomiarowe: jeden na początku, jeden mniej więcej w środku i jeden pod koniec okresu objętego planem akumulacji godzin pracy.

3.2.2.1.2.2. Jeżeli akumulacja godzin pracy kończy się wraz z okresem trwałości emisji, należy wyznaczyć co najmniej dwa punkty pomiarowe: jeden na początku i jeden na koniec akumulacji godzin pracy.

3.2.2.1.2.3. Producent może przeprowadzić badania z uwzględnieniem dodatkowych, równo rozmieszczonych punktów pośrednich.

3.2.2.1.3. Wartości emisji w punkcie początkowym i w punkcie końcowym okresu trwałości emisji obliczane zgodnie z pkt 3.2.5.1 albo zmierzone bezpośrednio zgodnie z pkt 3.2.2.1.2.2, muszą mieścić się w ramach wartości granicznych mających zastosowanie do rodziny silników. Poszczególne wyniki emisji uzyskane w pośrednich punktach pomiarowych mogą jednak przekraczać wspomniane wartości graniczne.

3.2.2.1.4. W przypadku kategorii lub podkategorii silników, do których ma zastosowanie NRTC lub kategorii bądź podkategorii silników NRS, do których mają zastosowanie cykle badań w warunkach zmiennych dużych silników o zapłonie iskrowym do maszyn nieporuszających się po drogach (LSI-NRTC), producent może wystąpić z wnioskiem o zgodę organu udzielającego homologacji typu na przeprowadzenie tylko jednego cyklu badania (NRTC w cyklu gorącego rozruchu lub LSI-NRTC, w stosowanych przypadkach, lub NRSC) w każdym punkcie pomiarowym oraz na przeprowadzenie drugiego cyklu badania tylko na początku i na końcu okresu objętego planem akumulacji godzin pracy.

3.2.2.1.5. W przypadku kategorii lub podkategorii silników, do których nie ma zastosowania cykl badania w warunkach zmiennych dla maszyn nieporuszających się po drogach określony w załączniku IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628, należy przeprowadzić wyłącznie NRSC dla każdego punktu pomiarowego.

3.2.2.1.6. Plany akumulacji godzin pracy mogą być różne dla różnych rodzin silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin.

▼B

3.2.2.1.7. Plan akumulacji godzin pracy może obejmować okres krótszy od okresu trwałości emisji, ale nie może być krótszy niż okres równoważny co najmniej jednej czwartej odpowiedniego okresu trwałości emisji określonego w załączniku V do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

3.2.2.1.8. Dopuszcza się przyspieszenie starzenia poprzez dostosowanie planu akumulacji godzin pracy odpowiednio do zużycia paliwa. Dostosowanie odbywa się z uwzględnieniem stosunku typowego zużycia paliwa podczas eksploatacji do zużycia paliwa w cyklu starzenia, przy czym zużycie paliwa w cyklu starzenia nie może przekraczać typowego zużycia paliwa podczas eksploatacji o więcej niż 30 %.

3.2.2.1.9. Pod warunkiem uzgodnienia z organem udzielającym homologacji typu producent może używać alternatywnych metod przyspieszania starzenia.

3.2.2.1.10. We wniosku o udzielenie homologacji typu UE należy zawrzeć kompletny opis planu akumulacji godzin pracy i zgłosić go organowi udzielającemu homologacji typu przed rozpoczęciem jakichkolwiek badań.

3.2.2.2. Jeżeli organ udzielający homologacji typu zdecyduje o konieczności przeprowadzenia dodatkowych pomiarów między punktami wybranymi przez producenta, powiadamia o tym producenta. Producent przygotowuje zmieniony plan akumulacji godzin pracy, który musi zostać następnie zatwierdzony przez organ udzielający homologacji typu.

3.2.3. Badanie silnika

3.2.3.1. Stabilizacja silnika

3.2.3.1.1. Dla każdej rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin producent określa liczbę godzin eksploatacji maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub silnika, po której praca układu wtórnej obróbki spalin ulega stabilizacji. Na żądanie organu udzielającego homologacji typu producent udostępnia dane i analizy wykorzystane do ustalenia tej liczby. Ewentualnie w celu ustabilizowania układu wtórnej obróbki spalin producent może eksploatować silnik lub maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach przez 60–125 godzin lub przez równoważny czas w cyklu starzenia.

3.2.3.1.2. Koniec okresu stabilizacji, o którym mowa w pkt 3.2.3.1.1, uważa się za początek okresu objętego planem akumulacji godzin pracy.

3.2.3.2. Badania w ramach planu akumulacji godzin pracy

3.2.3.2.1. Po ustabilizowaniu silnik należy eksploatować przez okres objęty planem akumulacji godzin pracy wybranym przez producenta, zgodnie z procedurą przedstawioną w pkt 3.2.2. W regularnych odstępach czasu w ramach planu akumulacji godzin pracy określonych przez producenta oraz, w stosownych przypadkach, wskazanych również przez organ udzielający homologacji typu zgodnie z pkt 3.2.2.2, silnik poddaje się badaniom emisji gazów i cząstek stałych w ramach badań NRTC i NRSC w cyklu gorącego rozruchu, lub LSI-NRTC i NRSC mających zastosowanie do kategorii silnika, jak określono w załączniku IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

Producent może zdecydować się na przeprowadzenie pomiarów emisji zanieczyszczeń przed dowolnym układem wtórnej obróbki spalin niezależnie od pomiaru emisji zanieczyszczeń za dowolnym układem wtórnej obróbki spalin.

Zgodnie z pkt 3.2.2.1.4, jeżeli uzgodniono, że w każdym z punktów pomiarowych zostanie przeprowadzony tylko jeden cykl badania (NRTC, LSI-NRTC lub NRSC w cyklu gorącego rozruchu), drugi cykl badania (NRTC, LSI-NRTC lub NRSC w cyklu gorącego rozruchu) przeprowadza się na początku i na końcu okresu objętego planem akumulacji godzin pracy.

▼B

Zgodnie z pkt 3.2.2.1.5 w przypadku kategorii lub podkategorii silników, do których nie ma zastosowania cykl badania w warunkach zmiennych dla maszyn nieporuszających się po drogach określony w załączniku IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628, należy przeprowadzić wyłącznie NRSC dla każdego punktu pomiarowego.

3.2.3.2.2. W okresie objętym planem akumulacji godzin pracy silnik należy poddać konserwacji zgodnie z pkt 3.4.

3.2.3.2.3. W okresie objętym planem akumulacji godzin pracy silnik lub maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach można poddać niezaplanowanej konserwacji np. w przypadku, gdy standardowy układ diagnostyki zainstalowany przez producenta wykryje problem, który spowodowałby otrzymanie przez operatora maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach informacji o wystąpieniu awarii.

3.2.4. Raportowanie

3.2.4.1. Organowi udzielającemu homologacji typu należy udostępnić wyniki wszystkich badań emisji (NRTC, LSI-NRTC i NRSC w cyklu gorącego rozruchu) przeprowadzonych w okresie objętym planem akumulacji godzin pracy. Jeżeli jakiekolwiek badanie emisji zostanie uznane za nieważne, producent przedstawi powody unieważnienia badania. W takim przypadku w ciągu następnych 100 godzin okresu akumulacji godzin pracy należy przeprowadzić kolejną serię badań emisji.

3.2.4.2. Producent przechowuje wszystkie informacje dotyczące wszystkich badań emisji i działań konserwacyjnych, którym poddano silnik w okresie objętym planem akumulacji godzin pracy. Informacje te należy przekazać organowi udzielającemu homologacji typu wraz z wynikami badań emisji przeprowadzonych w okresie objętym planem akumulacji godzin pracy.

3.2.5. Określanie współczynników pogorszenia jakości

3.2.5.1. Jeżeli wykonuje się plan akumulacji godzin pracy zgodnie z pkt 3.2.2.1.2.1 lub pkt 3.2.2.1.2.3, dla każdego z zanieczyszczeń mierzonych podczas NRTC, LSI-NRTC i NRSC w cyklu gorącego rozruchu w każdym punkcie pomiarowym objętym planem akumulacji godzin pracy przeprowadza się analizę „najlepszego dopasowania” metodą regresji liniowej na podstawie wyników wszystkich badań. Wyniki każdego badania dla każdego z zanieczyszczeń wyraża się do tego samego miejsca po przecinku co w przypadku wartości granicznej dla tego zanieczyszczenia, mającej zastosowanie dla danej rodziny silników, powiększonej o jedno dodatkowe miejsce po przecinku.

Jeżeli zgodnie z pkt 3.2.2.1.4 lub pkt 3.2.2.1.5 przeprowadzono tylko jeden cykl badania (NRTC, LSI-NRTC lub NRSC w cyklu gorącego rozruchu) w każdym z punktów pomiarowych, analizę regresji przeprowadza się wyłącznie w oparciu o wyniki badań uzyskane w cyklu badania przeprowadzonym w każdym z punktów pomiarowych.

Producent może wystąpić z wnioskiem o uprzednią zgodę organu udzielającego homologacji typu na stosowanie regresji nieliniowej.

3.2.5.2. Wartości emisji dla każdego z zanieczyszczeń na początku okresu objętego planem akumulacji godzin pracy i w punkcie końcowym okresu trwałości emisji właściwym dla badanego silnika określa się zgodnie z jedną z poniższych metod:

a) oblicza się je w drodze ekstrapolacji równania regresji w pkt 3.2.5.1, jeżeli plan akumulacji godzin pracy jest wykonywany zgodnie z pkt 3.2.2.1.2.1 lub pkt 3.2.2.1.2.3; lub

b) mierzy się je bezpośrednio, jeżeli plan akumulacji godzin pracy wykonywany jest zgodnie z pkt 3.2.2.1.2.2.

▼M2

W przypadku gdy wartości emisji stosowane są dla rodzin silników w tej samej grupie rodzin silników lub rodzinie silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin, jednak o różnych okresach trwałości emisji, wartości emisji w punkcie końcowym okresu trwałości emisji są przeliczane dla każdego okresu trwałości emisji w drodze ekstrapolacji lub interpolacji równania regresji określonego w pkt 3.2.5.1.

▼B

3.2.5.3. Współczynnik pogorszenia jakości (DF) dla każdego zanieczyszczenia definiuje się jako stosunek wartości emisji odnotowanych w punkcie końcowym okresu trwałości emisji i na początku okresu objętego planem akumulacji godzin pracy (mnożnikowy współczynnik pogorszenia jakości).

Producent może wystąpić z wnioskiem o uprzednią zgodę organu udzielającego homologacji typu na zastosowanie addytywnego współczynnika pogorszenia jakości dla każdego zanieczyszczenia. Addytywny współczynnik pogorszenia jakości definiuje się jako różnicę między wartościami emisji obliczonymi w punkcie końcowym okresu trwałości emisji i na początku okresu objętego planem akumulacji godzin pracy.

Przykład ustalenia współczynników pogorszenia jakości w drodze regresji liniowej przedstawiono na rysunku 3.1 dla emisji NO_x.

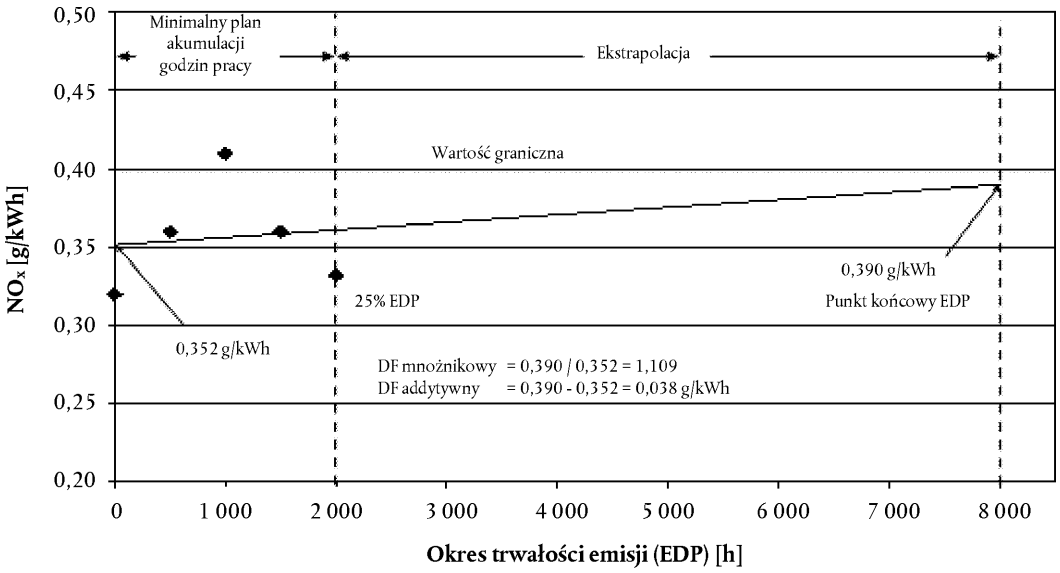
Nie zezwala się na łączenie mnożnikowych i addytywnych współczynników pogorszenia jakości w jednym zbiorze zanieczyszczeń.

Jeżeli obliczenia dają wynik mniejszy niż 1,00 w przypadku mnożnikowego współczynnika pogorszenia jakości lub mniejszy niż 0,00 w przypadku addytywnego współczynnika pogorszenia jakości, wówczas stosuje się współczynnik pogorszenia jakości wynoszący odpowiednio 1,0 lub 0,00.

Zgodnie z pkt 3.24.2.1.4, jeżeli uzgodniono, że w każdym punkcie pomiarowym przeprowadzony zostanie tylko jeden cykl badania (NRTC, LSI-NRTC lub NRSC w cyklu gorącego rozruchu), a drugi cykl badania (NRTC, LSI-NRTC lub NRSC w cyklu gorącego rozruchu) zostanie przeprowadzony tylko na początku i na końcu okresu objętego planem akumulacji godzin pracy, współczynnik pogorszenia jakości obliczony dla cyklu badania przeprowadzonego w każdym punkcie pomiarowym ma zastosowanie także do drugiego cyklu badania.

Rysunek 3.1

Przykładowy sposób obliczenia współczynnika pogorszenia jakości



▼B

3.2.6. Przypisane współczynniki pogorszenia jakości

3.2.6.1. W celu ustalenia współczynników pogorszenia jakości producenci silników mogą zastosować przypisane mnożnikowe współczynniki pogorszenia jakości określone w tabeli 3.1 zamiast planu akumulacji godzin pracy.

Tabela 3.1

Przypisane współczynniki pogorszenia jakości

Cykl badania	CO	HC	NO_x	PM	PN
NRTC i LSI-NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05	1,0
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05	1,0

Nie podaje się przypisanych addytywnych współczynników pogorszenia jakości. Przypisanych mnożnikowych współczynników pogorszenia jakości nie należy przekształcać w addytywne współczynniki pogorszenia jakości.

▼M2

_____

3.2.6.1.1. Niezależnie od przepisów pkt 3.2.6.1 w przypadku liczby cząstek stałych można zastosować addytywny współczynnik pogorszenia jakości wynoszący 0,0 lub mnożnikowy współczynnik pogorszenia jakości wynoszący 1,0 – w połączeniu z wynikami poprzednich badań współczynników pogorszenia jakości, w których nie ustalono wartości liczby cząstek stałych – jeżeli spełnione zostaną oba poniższe warunki:

a) poprzednie badanie współczynników pogorszenia jakości przeprowadzono na technologii silników, która kwalifikuje się do włączenia do tej samej rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin, określonej zgodnie z pkt 3.1.2, co rodzina silników, co do której planowane jest zastosowanie współczynników pogorszenia jakości; oraz

b) wyniki badania zostały zastosowane w poprzedniej homologacji typu wydanej przed obowiązującym terminem homologacji typu UE określonym w załączniku III do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

▼B

3.2.6.2. W przypadku podjęcia decyzji o zastosowaniu przypisanych współczynników pogorszenia jakości producent musi przedstawić organowi udzielającemu homologacji typu przekonujące dowody pozwalające żywić uzasadnione przekonanie, że części związane z kontrolą emisji wykazują trwałość emisji powiązaną z tymi przypisanymi współczynnikami. Wspomniane dowody mogą mieć postać analizy projektu, wyników badań lub połączenia obu tych elementów.

3.2.7. Zastosowanie współczynników pogorszenia jakości

3.2.7.1. Silniki muszą spełniać odpowiednie wartości graniczne emisji dla każdego zanieczyszczenia wyznaczone dla danej rodziny silników po zastosowaniu współczynników pogorszenia jakości w odniesieniu do wyników badań otrzymanych zgodnie z załącznikiem VI (emisje jednostkowe ważone dla danego cyklu w odniesieniu do cząstek stałych i każdego poszczególnego gazu). W zależności od typu współczynnika pogorszenia jakości (DF) zastosowanie mają następujące wartości:

a) mnożnikowy: (emisja jednostkowa ważona dla danego cyklu) × DF ≤ wartość graniczna emisji;

b) addytywny: (emisja jednostkowa ważona dla danego cyklu) + DF ≤ wartość graniczna emisji;

Emisje jednostkowe ważone dla danego cyklu mogą obejmować w stosownych przypadkach dostosowanie z tytułu regeneracji nieczęstej.

▼B

3.2.7.2. W przypadku współczynnika mnożnikowego DF dla sumy NO_x + HC określa się oddzielnie współczynniki DF dla HC i NO_x oraz stosuje się je oddzielnie do obliczenia poziomów pogorszenia emisji na podstawie wyników badania emisji, po czym sumuje się wynikowe wartości pogorszenia dla NO_x i HC w celu ustalenia zgodności z wartością graniczną emisji.

3.2.7.3. Producent może zastosować współczynniki pogorszenia jakości ustalone dla rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin do silnika nienależącego do tej samej rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin. W takich przypadkach producent musi wykazać organowi udzielającemu homologacji typu, że zarówno silnik, w odniesieniu do którego pierwotnie poddano badaniu rodzinę silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin, jak i silnik, do którego stosuje się współczynniki pogorszenia jakości, mają takie same specyfikacje techniczne oraz wymagania w zakresie montażu w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach, oraz że emisje takiego silnika są podobne.

Jeżeli współczynniki pogorszenia jakości są przenoszone na silnik o innym okresie trwałości emisji, współczynniki pogorszenia jakości należy przeliczyć dla właściwego okresu trwałości emisji poprzez ekstrapolację lub interpolację równania regresji określonego w pkt 3.2.5.1.

3.2.7.4. Współczynnik pogorszenia jakości dla każdego z zanieczyszczeń w każdym zastosowanym cyklu badania należy zapisywać w sprawozdaniu z badań, którego wzór przedstawiono w dodatku 1 do załącznika VI do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

3.3. Kontrola zgodności produkcji

3.3.1. Kontrolę zgodności produkcji pod kątem spełnienia wymagań w zakresie emisji przeprowadza się w oparciu o sekcję 6 w załączniku II.

3.3.2. Producent może przeprowadzić pomiar emisji zanieczyszczeń przed dowolnym układem wtórnej obróbki spalin w czasie przeprowadzania badania do celów homologacji typu UE. W tym celu producent może ustalić nieformalne współczynniki pogorszenia jakości osobno dla silnika bez układu wtórnej obróbki spalin i dla układu wtórnej obróbki spalin, które może następnie wykorzystać jako pomoc podczas kontroli linii produkcji końcowej.

3.3.3. Do celów homologacji typu UE w sprawozdaniu z badań przedstawionym w dodatku 1 do załącznika VI do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 należy zapisywać wyłącznie współczynniki pogorszenia jakości ustalone zgodnie z pkt 3.2.5 lub 3.2.6.

3.4. Konserwacja

Konserwację na potrzeby planu akumulacji godzin pracy przeprowadza się zgodnie z podręcznikiem producenta dotyczącym napraw i konserwacji.

3.4.1. Planowa konserwacja związana z emisjami zanieczyszczeń

3.4.1.1. Planową konserwację związaną z emisją zanieczyszczeń podczas eksploatacji silnika służącej do celów wykonania planu akumulacji godzin pracy należy przeprowadzać w równoważnych odstępach czasu do tych, które określono w instrukcjach producenta dotyczących konserwacji dla użytkownika końcowego maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub silnika. Taka planowa konserwacja może być aktualizowana w miarę potrzeb przez cały okres objęty planem akumulacji godzin pracy, pod warunkiem że żadna z czynności konserwacyjnych nie zostanie usunięta z planu konserwacji po jej wykonaniu na badanym silniku.

▼B

3.4.1.2. Wszelkie regulacje, demontaż, czyszczenie lub wymiana podstawowych części związanych z emisją zanieczyszczeń, które są wykonywane okresowo podczas okresu trwałości emisji w celu zapobieżenia awarii silnika, muszą być wykonywane tylko w takim zakresie, który jest technicznie niezbędny w celu zapewnienia właściwego funkcjonowania układu kontroli emisji. Należy unikać konieczności planowej wymiany podstawowych części związanych z emisją zanieczyszczeń innych niż te, które kwalifikują się jako elementy do rutynowej wymiany, w trakcie planu akumulacji godzin pracy i po upływie określonego czasu pracy silnika. W tym kontekście do elementów do rutynowej wymiany kwalifikują się elementy ulegające zużyciu, które są regularnie odnawiane w ramach czynności konserwacyjnych, lub elementy, które wymagają czyszczenia po upływie określonego czasu pracy silnika.

3.4.1.3. Wszelkie wymogi dotyczące planowej konserwacji muszą zostać zatwierdzone przez organ udzielający homologacji typu przed wydaniem homologacji typu UE oraz zawarte w instrukcji obsługi. ►M2 Organ udzielający homologacji typu nie może odmówić zatwierdzenia wymogów dotyczących planowej konserwacji, które są uzasadnione i niezbędne pod kątem technicznym, w tym m.in. wymogów określonych w pkt 3.4.1.4. ◄

3.4.1.4. Na potrzeby planu akumulacji godzin pracy producent silnika określa sposób regulowania, czyszczenia oraz konserwacji (w razie potrzeby) i planowej wymiany następujących elementów:

— filtrów oraz chłodnic w układzie recyrkulacji gazów spalinowych (EGR),

— zaworu wyrównawczego ciśnienia w skrzyni korbowej, w stosownych przypadkach,

— końcówek wtryskiwaczy paliwa (dozwolone jest tylko czyszczenie),

— wtryskiwaczy paliwa,

— turbosprężarki doładowującej,

— elektronicznej jednostki sterującej silnika wraz z powiązanymi czujnikami i siłownikami,

— układu filtra cząstek stałych (łącznie z powiązanymi częściami),

— układu wtórnej obróbki NO_x (łącznie z powiązanymi częściami),

— układu recyrkulacji gazów spalinowych (EGR), wraz ze wszystkimi powiązanymi zaworami kontrolnymi i przewodami rurowymi,

— wszelkich innych układów wtórnej obróbki spalin.

3.4.1.5. Planową konserwację podstawowych części związanych z emisją zanieczyszczeń przeprowadza się jedynie wówczas, gdy istnieje konieczność przeprowadzenia jej podczas eksploatacji, przy czym należy poinformować o tej konieczności użytkownika końcowego silnika lub maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

3.4.2. Zmiany w planowej konserwacji

Producent musi wystąpić do organu udzielającego homologacji typu z wnioskiem o zatwierdzenie każdej nowej planowej czynności konserwacyjnej, którą chce przeprowadzić w ramach planu akumulacji godzin pracy, a następnie zalecić przeprowadzenie tych czynności

▼B

użytkownikom końcowym maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach i silników. Wnioskowi muszą towarzyszyć dane potwierdzające potrzebę wprowadzenia nowych planowych czynności konserwacyjnych wraz z przewidzianym odstępem.

3.4.3. Planowa konserwacja niezwiązana z emisjami

Planową konserwację niezwiązaną z emisjami zanieczyszczeń, która jest zasadna i konieczna ze względów technicznych (i obejmuje np. wymianę oleju, wymianę filtra oleju, wymianę filtra paliwa, wymianę filtra powietrza, podjęcie czynności konserwacyjnych w odniesieniu do układu chłodzenia, regulację prędkości biegu jałowego, konserwację regulatora, dokręcenie śrub silnika, sprawdzenie luzu zaworowego i luzu wtryskiwacza, regulację naprężenia pasów napędowych itp.) można przeprowadzić na silnikach lub maszynach mobilnych nieporuszających się po drogach wybranych do planu akumulacji godzin pracy w największych odstępach czasu zalecanych użytkownikom końcowym przez producenta (na przykład nie w odstępach czasu zalecanych dla dużego obciążenia eksploatacyjnego).

3.5. Naprawa

3.5.1. Naprawy części silnika wybranego do badania w ramach planu akumulacji godzin pracy przeprowadza się tylko na skutek awarii części lub silnika. Naprawa samego silnika, układu sterowania emisją lub układu paliwowego jest zabroniona, z wyjątkiem sytuacji opisanych w pkt 3.5.2.

3.5.2. Jeżeli w okresie objętym akumulacją godzin pracy awarii ulegnie silnik, układ sterowania emisją lub układ paliwowy, akumulację godzin pracy uznaje się za nieważną i rozpoczyna się ją od nowa na nowym silniku.

Poprzedni akapit nie ma zastosowania, jeżeli uszkodzone części zostaną zastąpione równoważnymi częściami, których godziny pracy były akumulowane przez podobny czas.

4. **Kategorie i podkategorie silników NRSh i NRS z wyjątkiem NRS-v-2b i NRS-v-3**

4.1. Właściwą kategorię okresu trwałości emisji (EDP) i odpowiadający jej współczynnik pogorszenia jakości (DF) należy określić zgodnie z niniejszą sekcją 4.

4.2. Rodzinę silników uznaje się za zgodną z wartościami granicznymi obowiązującymi dla danej podkategorii silników, gdy wyniki badań emisji wszystkich silników reprezentujących daną rodzinę silników, po skorygowaniu poprzez pomnożenie przez współczynnik pogorszenia jakości określony w sekcji 2, są nie większe niż wartości graniczne obowiązujące dla danej podkategorii silników. Jednakże w przypadku gdy co najmniej jeden wynik badań emisji dla co najmniej jednego silnika reprezentującego daną rodzinę silników, po skorygowaniu poprzez pomnożenie przez współczynnik pogorszenia jakości określony w sekcji 2, jest większy niż co najmniej jedna wartość graniczna obowiązująca dla danej podkategorii silników, rodzinę silników uznaje się za niezgodną z wartościami granicznymi obowiązującymi dla danej podkategorii silników.

4.3. Współczynniki pogorszenia jakości należy określić w następujący sposób:

4.3.1. Po upływie liczby godzin zapewniającej emisje ustabilizowane należy przeprowadzić (pełną) procedurę badania emisji, opisaną w załączniku VI, na co najmniej jednym badanym silniku o takiej konfiguracji, co do której jest najbardziej prawdopodobne, że zostaną przekroczone wartości graniczne emisji HC + NO_x, i o budowie reprezentującej silniki produkcyjne.

▼B

4.3.2. Jeżeli bada się więcej niż jeden silnik, należy uśrednić wyniki dla wszystkich badanych silników i zaokrąglić otrzymaną wartość do tej samej liczby miejsc dziesiętnych co we właściwej wartości granicznej, wyrażonej jedną dodatkową znaczącą cyfrą.

4.3.3. Takie badanie emisji należy przeprowadzić ponownie po zakończeniu cyklu starzenia silnika. Procedura starzenia jest skonstruowana w celu umożliwienia producentowi odpowiedniego przewidzenia eksploatacyjnego pogorszenia emisji z silnika oczekiwanego w okresie trwałości emisji, uwzględniając rodzaj zużycia i inne mechanizmy pogarszające oczekiwane w trakcie typowej eksploatacji, które mogą oddziaływać na wytwarzanie emisji. Jeżeli bada się więcej niż jeden silnik, należy uśrednić wyniki dla wszystkich badanych silników i zaokrąglić otrzymaną wartość do tej samej liczby miejsc po przecinku co we właściwej wartości granicznej, wyrażonej jedną dodatkową znaczącą cyfrą.

4.3.4. Pod koniec okresu trwałości emisji należy podzielić wartość emisji (średnie wartości emisji, w stosownych przypadkach) dla każdego regulowanego zanieczyszczenia przez wartość emisji ustabilizowanych (średnie wartości emisji, w stosownych przypadkach) i zaokrąglić do dwóch znaczących cyfr. Otrzymana wartość stanowi współczynnik pogorszenia jakości, chyba że wynosi poniżej 1,00, w którym to przypadku współczynnik pogorszenia jakości przyjmuje się jako 1,00.

4.3.5. Producent może wyznaczyć dodatkowe punkty pomiarowe badania emisji między punktem pomiaru emisji ustabilizowanej a końcem okresu trwałości emisji. Jeżeli przewiduje się badania pośrednie, punkty pomiarowe muszą być równomiernie rozmieszczone w granicach okresu trwałości emisji (plus minus dwie godziny), a jeden z tych punktów pomiarowych powinien znajdować się w połowie pełnego okresu trwałości emisji (plus minus dwie godziny).

4.3.6. Dla każdego zanieczyszczenia HC + NO_x i CO należy przyłożyć linię prostą do punktów zgodnie z danymi, traktując badanie wstępne jako zachodzące w godzinie zero oraz stosując metodę najmniejszych kwadratów. Współczynnik pogorszenia jakości jest obliczoną wartością emisji na końcu okresu trwałości emisji podzieloną przez wartość emisji obliczoną w godzinie zero.

Współczynnik pogorszenia jakości dla każdego z zanieczyszczeń w każdym zastosowanym cyklu badania należy zapisywać w sprawozdaniu z badań, którego wzór przedstawiono w dodatku 1 do załącznika VII do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

4.3.7. Obliczone współczynniki pogorszenia jakości mogą obejmować rodziny oprócz tej, dla której zostały sporządzone, pod warunkiem że producent wcześniej przedstawi akceptowalne uzasadnienie organowi udzielającemu homologacji typu, wykazując, że dane rodziny silników mają z dużym prawdopodobieństwem podobne charakterystyki pogorszenia emisji, w oparciu o zastosowaną technologię i konstrukcję.

Otwarty wykaz grup konstrukcji i technologii podany jest poniżej:

— konwencjonalne silniki dwusuwowe bez układu wtórnej obróbki spalin,

— konwencjonalne silniki dwusuwowe z katalizatorem z tego samego aktywnego materiału i o tym samym obciążeniu oraz z tą samą liczbą komórek na cm^2,

— silniki dwusuwowe z systemem warstwowego przedmuchiwania,

▼B

— silniki dwusuwowe z systemem warstwowego przedmuchiwania z katalizatorem z tego samego aktywnego materiału i o tym samym obciążeniu oraz z tą samą liczbą komórek na cm^2,

— silniki czterosuwowe z katalizatorem, z tą samą konstrukcją zaworową i identycznym układem smarowania;

— silniki czterosuwowe bez katalizatora, z tą samą konstrukcją zaworową i identycznym układem smarowania.

4.4. Kategorie EDP

4.4.1. W przypadku tych kategorii silników wyszczególnionych w tabelach V-3 lub V-4 w załączniku V do rozporządzenia (UE) 2016/1628, które mają inne wartości EDP, producenci deklarują mającą zastosowanie kategorię EDP dla każdej rodziny silników w czasie wydawania homologacji typu UE. Kategoria ta odpowiada kategorii z tabeli 3.2, która jest możliwie najbardziej dostosowana do okresu żywotności urządzeń, w których planowane jest zamontowanie silników zgodnie z planami producenta. Producenci przechowują dane w oparciu, o które dokonali wyboru kategorii EDP, dla każdej rodziny silników. Dane te przekazuje się organowi udzielającemu homologacji typu na jego żądanie.

Tabela 3.2

Kategorie EDP

Kategoria EDP	Zastosowanie silnika
Kat. 1	Produkty konsumenckie
Kat. 2	Produkty półprofesjonalne
Kat. 3	Produkty profesjonalne

4.4.2. Producent musi wykazać w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu, że zadeklarowana kategoria EDP jest właściwa. Dane uzasadniające wybór kategorii EDP przez producenta dla danej rodziny silników mogą obejmować m.in.:

— pomiary okresu użytkowania urządzeń, w których zostały zamontowane dane silniki,

— oceny techniczne eksploatowanych silników, aby określić moment, w którym praca silnika pogarsza się do tego stopnia, że jego użyteczność lub pewność działania pogarsza się do stopnia wymagającego remontu lub wymiany,

— deklaracje gwarancyjne i okresy gwarancji,

— materiały handlowe dotyczące okresu żywotności silnika,

— protokoły awarii od użytkowników silników, oraz

— techniczne oceny trwałości, w godzinach, technologii silnika, materiałów i konstrukcji.

▼B

ZAŁĄCZNIK IV

Wymogi dotyczące strategii kontroli emisji, środków kontroli NO_x oraz środków kontroli cząstek stałych

1. **Definicje, skróty oraz wymogi ogólne**

1.1. Na potrzeby niniejszego załącznika stosuje się następujące definicje i skróty:

1) „diagnostyczny kod błędu (DTC)” oznacza numeryczny lub alfanumeryczny kod identyfikacyjny, który identyfikuje NCM i PCM lub jest do nich przypisywany;

2) „potwierdzone i aktywne DTC” oznacza diagnostyczne kody błędu (DTC) gromadzone w okresie, gdy układ NCD lub PCD stwierdza wystąpienie awarii;

3) „rodzina silników NCD” oznacza grupę silników utworzoną przez producenta, w których stosowane są te same metody monitorowania/diagnozowania NCM;

4) „układ diagnostyki kontroli emisji NO_x (NCD)” oznacza układ stanowiący element silnika, który ma możliwość:

a) wykrywania awarii kontroli emisji NO_x;

b) identyfikowania prawdopodobnej przyczyny wystąpienia awarii kontroli emisji NO_x za pomocą informacji przechowywanych w pamięci komputera lub przekazywania ich na zewnątrz;

5) „awaria kontroli emisji NO_x (NCM)” oznacza próbę ingerencji osób niepowołanych w system kontroli emisji NO_x silnika lub awarię mającą wpływ na ten układ, która może być skutkiem ingerencji, i która gdy zostanie wykryta, zgodnie z niniejszym rozporządzeniem wymaga aktywacji systemu ostrzegania i systemu wymuszającego;

6) „układ diagnostyki kontroli emisji cząstek stałych (PCD)” oznacza układ stanowiący element silnika, który ma możliwość:

a) wykrywania awarii kontroli emisji cząstek stałych;

b) identyfikowania prawdopodobnej przyczyny wystąpienia awarii kontroli emisji cząstek stałych za pomocą informacji przechowywanych w pamięci komputera lub przekazywania ich na zewnątrz;

7) „awaria kontroli emisji cząstek stałych (PCM)” oznacza próbę ingerencji osób niepowołanych w układ filtra cząstek stałych silnika lub awarię układu filtra cząstek stałych mającą wpływ na ten układ, która może być skutkiem ingerencji, i która gdy zostanie wykryta, zgodnie z niniejszym rozporządzeniem wymaga aktywacji systemu ostrzegania;

8) „rodzina silników PCD” oznacza grupę silników utworzoną przez producenta, w których stosowane są te same metody monitorowania/diagnozowania PCM;

9) „narzędzie skanujące” oznacza zewnętrzne urządzenie badawcze używane do komunikacji z zewnątrz z układem NCD lub PCD.

▼B

1.2. Temperatura otoczenia

Niezależnie od przepisów art. 2 ust. 7, jeżeli w odniesieniu do środowisk innych niż środowisko laboratoryjne odsyła się do temperatury otoczenia, należy zastosować następujące przepisy:

1.2.1. W przypadku silnika zamontowanego na stanowisku badawczym temperatura otoczenia oznacza temperaturę powietrza spalania dostarczanego do silnika przed wszystkimi częściami badanego silnika (w kierunku przeciwnym do przepływu).

1.2.2. W przypadku silnika zamontowanego w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach temperatura otoczenia oznacza temperaturę powietrza bezpośrednio poza obrębem maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

2. **Wymogi techniczne dotyczące strategii kontroli emisji**

2.1. Niniejsza sekcja 2 ma zastosowanie do sterowanych elektronicznie silników należących do kategorii NRE, NRG, IWP, IWA, RLL i RLR, które spełniają wartości graniczne emisji dla etapu V określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i w których sterowanie elektroniczne jest stosowane do określenia zarówno ilości, jak i momentu wtrysku paliwa lub jest ono stosowane w celu aktywacji, dezaktywacji lub modulacji układu kontroli emisji stosowanego do redukcji NO_x.

2.2. Wymagania dla podstawowej strategii kontroli emisji

2.2.1. Podstawowa strategia kontroli emisji jest zaprojektowana w sposób pozwalający na zapewnienie zgodności silnika, w warunkach normalnego użytkowania, z przepisami niniejszego rozporządzenia. Warunki normalnego użytkowania nie ograniczają się do warunków kontrolnych określonych w pkt 2.4.

2.2.2. Podstawowe strategie kontroli emisji obejmują m.in. mapy i algorytmy służące do kontrolowania:

a) czasu wtrysku paliwa lub zapłonu (ustawienie rozrządu silnika);

b) układ recyrkulacji gazów spalinowych (EGR)

c) dozowania odczynnika katalitycznego SCR.

2.2.3. Nie dopuszcza się takiej podstawowej strategii kontroli emisji, która może dokonywać rozróżnienia między pracą silnika podczas standardowego badania homologacji typu UE a pracą w innych warunkach eksploatacji, a następnie obniżać poziom sterowania emisją w warunkach nieujętych zasadniczo w procedurze homologacji typu UE.

▼M2

2.2.3.1. Niezależnie od przepisów pkt 2.2.3 w przypadku (pod-)kategorii silników, które do celów homologacji typu UE nie podlegają cyklom badań w warunkach zmiennych dla maszyn nieporuszających się po drogach, podstawowa strategia kontroli emisji może określić, kiedy występują zmienne warunki eksploatacji i zastosować odpowiednią strategię kontroli emisji. W takim przypadku tę strategię kontroli emisji należy uwzględnić w przeglądzie podstawowej strategii kontroli emisji wymaganej w pkt 1.4 załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 oraz w informacjach poufnych dotyczących strategii kontroli emisji określonych w dodatku 2 do tego załącznika.

2.2.4. Podczas badania homologacji typu UE producent wykazuje służbie technicznej, że sposób działania podstawowej strategii kontroli emisji jest zgodny z przepisami określonymi w niniejszej sekcji na podstawie dokumentacji, o której mowa w pkt 2.6.

▼B

2.3. Wymagania dla pomocniczej strategii kontroli emisji

▼M2

2.3.1. Silnik lub maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach może aktywować pomocniczą strategię kontroli emisji, jeżeli strategia ta:

▼B

2.3.1.1. nie zmniejsza trwale skuteczności układu kontroli emisji;

2.3.1.2. funkcjonuje jedynie poza warunkami kontrolnymi określonymi w pkt 2.4.1, 2.4.2 lub 2.4.3 do celów określonych w pkt 2.3.5 i nie dłużej, niż jest to wymagane spełnienia tych celów, z wyjątkiem przypadków dozwolonych w pkt 2.3.1.3, 2.3.2 i 2.3.4;

2.3.1.3. w warunkach kontrolnych określonych odpowiednio w pkt 2.4.1, 2.4.2 lub 2.4.3 aktywuje się jedynie w sytuacjach wyjątkowych oraz okazała się być konieczna do celów określonych w pkt 2.3.5 i została zatwierdzona przez organ udzielający homologacji typu, a także działa nie dłużej, niż jest to konieczne do spełnienia tych celów;

2.3.1.4. zapewnia taki poziom efektywności układu kontroli emisji, który jest jak najbardziej zbliżony do poziomu określonego dla podstawowej strategii kontroli emisji.

2.3.2. Jeżeli pomocnicza strategia kontroli emisji jest aktywowana podczas badania homologacji typu UE, jej aktywacja nie może być ograniczona do stosowania strategii poza warunkami kontrolnymi określonymi w pkt 2.4, a cel nie może być ograniczony do kryteriów określonych w pkt 2.3.5.

2.3.3. Jeżeli pomocnicza strategia kontroli emisji nie jest aktywowana podczas badania homologacji typu UE, należy wykazać, że pomocnicza strategia kontroli misji działa wyłącznie przez taki czas, jaki wymagany jest do celów określonych w pkt 2.3.5.

2.3.4. Praca w niskiej temperaturze

Pomocnicza strategia kontroli emisji może zostać aktywowana w przypadku silnika wyposażonego w układ recyrkulacji spalin (EGR) niezależnie od warunków kontrolnych określonych w pkt 2.4, jeżeli temperatura otoczenia wynosi mniej niż 275 K (2 °C) oraz spełnione zostało jedno z dwóch poniższych kryteriów:

a) temperatura kolektora dolotowego jest równa lub niższa niż temperatura uzyskana na podstawie następującego równania: $IMT_c = P_{IM} / 15{,}75 + 304{,}4$, gdzie: IMT_c oznacza obliczoną temperaturę kolektora dolotowego w K, a P_{IM} oznacza ciśnienie bezwzględne w kolektorze dolotowym w kPa;

b) temperatura cieczy chłodzącej silnika jest równa lub niższa niż temperatura otrzymana w wyniku zastosowania następującego równania: $ECT_c = P_{IM} / 14{,}004 + 325{,}8$, gdzie: ECT_c oznacza obliczoną temperaturę cieczy chłodzącej silnika w K, a P_{IM} oznacza ciśnienie bezwzględne w kolektorze dolotowym w kPa.

2.3.5. Z wyjątkiem przypadków określonych w pkt 2.3.2, pomocnicza strategia kontroli emisji może być aktywowana wyłącznie w następujących przypadkach:

a) za pomocą sygnałów pokładowych w celu ochrony przed uszkodzeniem silnika (wraz z zabezpieczeniem układu obiegu powietrza) lub maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, w której zamontowany jest silnik;

b) do celów bezpieczeństwa eksploatacji;

c) w celu zapobiegania nadmiernej emisji, podczas zimnego rozruchu lub rozgrzewania, podczas zatrzymywania;

▼B

d) w przypadku konieczności zwiększenia poziomu emisji jednego z regulowanych zanieczyszczeń w określonych warunkach otoczenia lub eksploatacyjnych, w celu utrzymania poziomu kontroli wszystkich pozostałych regulowanych zanieczyszczeń w ramach wartości granicznych emisji właściwych dla danego silnika. Ma to na celu zrównoważenie naturalnie występujących zjawisk w sposób zapewniający dopuszczalny poziom kontroli wszystkich składników emisji.

2.3.6. Podczas badania homologacji typu UE producent wykazuje służbie technicznej, że sposób działania pomocniczej strategii kontroli emisji jest zgodny z przepisami określonymi w niniejszej sekcji. Wykazanie to polega na ocenie dokumentacji, o której mowa w pkt 2.6.

2.3.7. Nie dopuszcza się takiego sposobu działania pomocniczej strategii kontroli emisji, który nie jest zgodny z pkt 2.3.1–2.3.5.

2.4. Warunki kontrolne

Warunki kontrolne określają wysokość nad poziomem morza, temperaturę otoczenia i zakres cieczy chłodzącej silnika, które określają, czy pomocnicze strategie kontroli emisji mogą być aktywowane ogólnie czy jedynie w sytuacjach wyjątkowych, zgodnie z pkt 2.3.

Warunki kontrolne określają ciśnienie atmosferyczne, które mierzy się jako bezwzględne statyczne ciśnienie atmosferyczne (powietrza wilgotnego lub suchego) („ciśnienie atmosferyczne”).

2.4.1. Warunki kontrolne dla silników kategorii IWP i IWA są następujące:

a) wysokość nad poziomem morza nieprzekraczająca 500 m (lub równoważnie ciśnienie atmosferyczne 95,5 kPa);

b) temperatura otoczenia w przedziale 275 K – 303 K (2 °C – 30 °C);

c) temperatura cieczy chłodzącej silnika powyżej 343 K (70 °C).

2.4.2. Warunki kontrolne dla silników kategorii RLL są następujące:

a) wysokość nad poziomem morza nieprzekraczająca 1 000 m (lub równoważnie ciśnienie atmosferyczne 90 kPa);

b) temperatura otoczenia w przedziale 275 K – 303 K (2 °C – 30 °C);

c) temperatura cieczy chłodzącej silnika powyżej 343 K (70 °C).

2.4.3. Warunki kontrolne dla silników kategorii NRE, NRG i RLR:

a) ciśnienie atmosferyczne równe lub większe od 82,5 kPa;

b) temperatura otoczenia w następującym przedziale:

— równa lub wyższa niż 266 K (– 7 °C),

— równa lub niższa od temperatury określonej przy pomocy następującego równania przy określonym ciśnieniu atmosferycznym: $T_c = – 0{,}4514 \times (101{,}3 – P_b) + 311$, gdzie: Tc oznacza obliczoną temperaturę powietrza otoczenia w K, a P_b oznacza ciśnienie atmosferyczne w kPa;

c) temperatura cieczy chłodzącej silnika powyżej 343 K (70 °C).

2.5. Jeżeli czujnik temperatury powietrza dolotowego silnika stosuje się, aby oszacować temperaturę powietrza atmosferycznego, należy określić nominalne przesunięcie między dwoma punktami pomiarowymi dla danego typu silnika lub rodziny silników. Jeżeli stosuje się zmierzoną temperaturę powietrza dolotowego, należy ją skorygować o wartość równą nominalnemu przesunięciu, aby oszacować temperaturę otoczenia do montażu przy wykorzystaniu konkretnego typu silnika lub rodziny silników.

▼B

Przesunięcie należy określić przy zastosowaniu właściwej oceny technicznej opartej o elementy techniczne (obliczenia, symulacje, wyniki eksperymentów, dane itd.) obejmujące:

a) typowe kategorie maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach, w których zostanie zainstalowany silnik danego typu lub rodziny; oraz

b) instrukcje montażu, które producent przekazuje OEM.

Kopia oceny jest udostępniana na żądanie organowi udzielającemu homologacji typu.

2.6. Wymogi w zakresie dokumentacji

▼M2

_____

2.6.1. Producent musi spełnić wymogi w zakresie dokumentacji określone w pkt 1.4 części A w załączniku I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 oraz w dodatku 2 do tego załącznika.

2.6.2. Producent zapewnia oznakowanie wszystkich używanych w tym celu dokumentów numerem identyfikacyjnym i datą wydania. Producent zgłasza organowi udzielającemu homologacji wszelkie zmiany zarejestrowanych danych szczegółowych. W tym przypadku wydaje zaktualizowaną wersję danych dokumentów, w której odpowiednie strony są wyraźnie oznakowane poprzez wskazanie daty zmiany i rodzaju poprawki lub, alternatywnie, nową skonsolidowaną wersję, której towarzyszy wykaz zawierający szczegółowy opis i datę każdej poprawki.

▼B

3. **Wymogi techniczne dotyczące środków kontroli NO_x**

3.1. Niniejsza sekcja 3 ma zastosowanie do sterowanych elektronicznie silników należących do kategorii NRE, NRG, IWP, IWA, RLL i RLR, które spełniają wartości graniczne emisji dla etapu V określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i w których sterowanie elektroniczne jest stosowane do określenia zarówno ilości, jak i momentu wtrysku paliwa lub jest ono stosowane w celu aktywacji, dezaktywacji lub modulacji układu sterowania emisją stosowanego do redukcji NO_x.

3.2. Producent przekazuje pełne informacje opisujące funkcjonalne parametry pracy środków kontroli NO_x, korzystając w tym celu z dokumentacji określonej w załączniku I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

3.3. Zastosowana w silniku strategia kontroli NO_x musi funkcjonować w każdych warunkach środowiskowych, jakie występują naturalnie na terytorium Unii, w szczególności zaś w niskich temperaturach otoczenia.

3.4. Producent musi wykazać, że wielkość emisji amoniaku podczas obowiązującego cyklu badania emisji w ramach procedury homologacji typu UE, w przypadku użycia odczynnika nie przekracza wartości średniej wynoszącej 25 ppm dla silników kategorii RLL i 10 ppm dla silników wszystkich innych stosownych kategorii.

3.5. Jeżeli w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach są zamontowane lub przyłączone zbiorniki z odczynnikiem, należy dodatkowo zapewnić metodę pobierania próbek odczynnika z wnętrza takich zbiorników. Punkt pobierania próbek powinien być łatwo dostępny bez potrzeby korzystania ze specjalistycznych urządzeń lub narzędzi.

3.6. Oprócz wymogów określonych w pkt 3.2–3.5 należy zastosować następujące wymogi:

▼B

a) dla silników kategorii NRG – wymogi techniczne określone w dodatku 1;

b) dla silników kategorii NRE:

(i) wymogi określone w dodatku 2, jeżeli silnik jest przeznaczony wyłącznie do stosowania zamiast silników etapu V kategorii IWP i IWA, zgodnie z art. 4 ust. 1 pkt 1) lit. b) rozporządzenia (UE) 2016/1628; lub

(ii) wymogi określone w dodatku 1 – dla silników, których nie dotyczy ppkt (i);

c) dla silników kategorii IWP, IWA i RLR – wymogi techniczne określone w dodatku 2;

d) dla silników kategorii RLL – wymogi techniczne określone w dodatku 3.

4. **Wymogi techniczne dotyczące środków kontroli cząstek stałych**

4.1. Niniejsza sekcja ma zastosowanie do silników tych podkategorii, które podlegają wartościom granicznym liczby cząstek stałych zgodnie z wartościami granicznymi emisji dla etapu V określonymi w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628, które są wyposażone w układ filtra cząstek stałych. W przypadkach, w których system kontroli NO_x i system kontroli cząstek stałych posiadają wspólne części fizyczne (np. taki sam nośnik (SCR na filtrze), taki sam czujnik temperatury gazów spalinowych), wymogi niniejszej sekcji nie mają zastosowania do żadnej części ani awarii, w przypadku których po rozważeniu uzasadnionej oceny przedstawionej przez producenta organ udzielający homologacji typu stwierdzi, że awaria systemu kontroli cząstek stałych wchodząca w zakres stosowania niniejszej sekcji może doprowadzić do odpowiadającej awarii systemu kontroli NO_x wchodzącej w zakres stosowania sekcji 3.

4.2. Szczegółowe wymogi techniczne dotyczące środków kontroli cząstek stałych przedstawiono w dodatku 4.

▼B

Dodatek 1

Dodatkowe wymogi techniczne dotyczące środków kontroli NO_x dla silników kategorii NRE i NRG, w tym metody służące wykazaniu korzystania z tych strategii

1. **Wprowadzenie**

W niniejszym dodatku ustanowiono dodatkowe wymogi służące zapewnieniu prawidłowego funkcjonowania środków kontroli NO_x. Przedstawiono w nim wymogi dla silników, które wykorzystują odczynnik do ograniczania poziomu emisji. Wydanie homologacji typu UE jest uzależnione od zastosowania właściwych przepisów dotyczących instrukcji obsługi, dokumentów związanych z montażem, systemu ostrzegania operatora, systemu wymuszającego i zabezpieczenia przed zamarzaniem odczynnika określonych w niniejszym dodatku.

2. **Wymogi ogólne**

Silnik należy wyposażyć w układ diagnostyki kontroli emisji NO_x (NCD) zdolny do wykrywania awarii kontroli emisji NO_x (NCM). Wszystkie silniki omówione w niniejszej sekcji 2 muszą być projektowane, budowane i montowane w sposób umożliwiający spełnianie takich wymagań przez cały zwykły okres eksploatacji silnika w zwykłych warunkach użytkowania. Aby umożliwić osiągnięcie tego celu, dopuszcza się, by silniki używane dłużej niż przez okres trwałości emisji przewidziany w załączniku V do rozporządzenia (UE) 2016/1628 wykazywały pewne obniżenie skuteczności i czułości układu diagnostyki kontroli emisji NO_x (NCD), tak by wartości progowe określone w niniejszym załączniku mogły zostać przekroczone przed aktywowaniem systemu ostrzegania i systemu wymuszającego.

2.1. Wymagane informacje

2.1.1. Jeżeli układ sterowania emisją wymaga użycia odczynnika, wówczas producent podaje właściwości takiego odczynnika, w tym jego rodzaj, stężenie, jeżeli odczynnik występuje w postaci roztworu, temperaturę roboczą oraz odniesienia do międzynarodowych norm w zakresie składu i jakości, a także inne właściwości tego odczynnika, zgodnie z częścią B załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

2.1.2. Składając wniosek o udzielenie homologacji typu UE, organowi udzielającemu homologacji typu przedstawia się szczegółowe informacje na piśmie, w pełni opisujące charakterystykę funkcjonalną i operacyjną systemu ostrzegania operatora określonego w sekcji 4 i systemu wymuszającego określonego w sekcji 5.

2.1.3. Producent udostępnia OEM dokumenty zawierające instrukcje dotyczące sposobu montażu silnika w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach w taki sposób, aby silnik, jego układ sterowania emisją i części maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach działały zgodnie z wymogami określonymi w tym dodatku. Wspomniana dokumentacja musi zawierać szczegółowe wymogi techniczne dotyczące silnika (oprogramowania, osprzętu i sposobów komunikacji) niezbędne do poprawnego montażu silnika w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach.

2.2. Warunki eksploatacji

▼M2

2.2.1. Monitorowanie poziomu odczynnika w zbiorniku odbywa się we wszystkich warunkach, w których pomiar jest technicznie wykonalny (np. we wszystkich warunkach, w których nie dochodzi do zamarznięcia płynnego odczynnika).

▼M2

2.2.2. Zabezpieczenie odczynnika przed zamarzaniem stosuje się w temperaturach otoczenia nieprzekraczających 266 K (– 7 °C).

2.2.3. Wszystkie elementy układu diagnostyki kontroli emisji NO_x, inne niż wymienione w pkt 2.2.1 i 2.2.2, muszą co najmniej działać w mających zastosowanie warunkach kontroli określonych w pkt 2.4 niniejszego załącznika dla każdej kategorii silników. Układ diagnostyczny musi działać poza tym zakresem, jeśli jest to technicznie możliwie.

▼B

2.3. Zabezpieczenie odczynnika przed zamarzaniem

▼M2

2.3.1. Dopuszcza się możliwość stosowania podgrzewanego lub niepodgrzewanego zbiornika odczynnika i układu dozowania. Podgrzewany układ musi spełniać wymogi określone w pkt 2.3.2.2–2.3.2.2.4. Niepodgrzewany układ musi spełniać wymogi określone w pkt 2.3.2.3.

▼B

2.3.1.1. Informację o zastosowaniu niepodgrzewanego zbiornika odczynnika i układu dozowania należy zawrzeć w pisemnych instrukcjach przeznaczonych dla użytkownika końcowego maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

2.3.2. Zbiornik odczynnika i układ dozowania

2.3.2.1. W przypadku zamarznięcia odczynnika jego użycie musi być możliwe w ciągu nie więcej niż 70 minut po uruchomieniu silnika w temperaturze otoczenia wynoszącej 266 K (– 7 °C).

▼M2

2.3.2.2. Kryteria konstrukcji układu podgrzewanego

Układ podgrzewany musi być skonstruowany w taki sposób, by spełniał wymagania w zakresie wydajności określone w pkt 2.3.2–2.3.2.2.4 podczas przeprowadzania badania z zastosowaniem określonej procedury.

▼B

2.3.2.2.1. Zbiornik odczynnika i układ dozowania kondycjonuje się w temperaturze 255 K (– 18 °C) przez 72 godziny lub do czasu, kiedy odczynnik przyjmie postać stałą, w zależności od tego, co nastąpi wcześniej.

2.3.2.2.2. Po upływie okresu kondycjonowania, o którym mowa w pkt 2.3.2.2.1, maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach / silnik uruchamia się i użytkuje w temperaturze otoczenia wynoszącej 266 K (– 7 °C) lub niższej, w następujący sposób:

a) 10 do 20 minut na biegu jałowym; a następnie

b) przez maksymalnie 50 minut pod obciążeniem wynoszącym nie więcej niż 40 % obciążenia znamionowego.

2.3.2.2.3. Po zakończeniu procedury badania określonej w pkt 2.3.2.2.2 układ dozowania odczynnika musi być w pełni sprawny.

▼M2

2.3.2.2.4. Ocenę kryteriów konstrukcji można przeprowadzić w zimnej komorze do badań z wykorzystaniem całej maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub części reprezentatywnych dla części, które mają zostać zamontowane w takiej maszynie, lub w oparciu o badania terenowe.

2.3.2.3. Aktywacja systemu ostrzegania operatora i systemu wymuszającego w przypadku układu niepodgrzewanego.

▼M2

2.3.2.3.1. Jeśli w temperaturze otoczenia ≤ 266 K (– 7 °C) nie jest dozowany reagent, uruchamia się system ostrzegania operatora opisany w pkt 4–4.9.

2.3.2.3.2. Jeżeli nie następuje dozowanie odczynnika w ciągu maksymalnie 70 minut od uruchomienia silnika przy temperaturze otoczenia ≤ 266 K (– 7 °C), aktywuje się system stanowczego wymuszania, o którym mowa w pkt 5.4.

———————

▼B

2.4. Wymogi diagnostyczne

2.4.1. Układ diagnostyki kontroli emisji NO_x (NCD) musi umożliwiać wykrycie awarii kontroli emisji NO_x (NCM) za pomocą diagnostycznych kodów błędu (DTC) przechowywanych w pamięci komputera, jak również przekazanie odpowiednich informacji w tym zakresie na zewnątrz na żądanie.

2.4.2. Wymogi dotyczące zapisywania diagnostycznych kodów błędu (DTC)

2.4.2.1. Układ NCD zapisuje DTC dla każdego odrębnego przypadku wystąpienia awarii kontroli emisji NO_x (NCM).

2.4.2.2. W ciągu 60 minut pracy silnika układ NCD ustala, czy doszło do wykrywalnej awarii. Następnie „potwierdzony i aktywny” DTC jest zapisywany, a system ostrzegania zostaje aktywowany zgodnie z sekcją 4.

2.4.2.3. Jeżeli czujniki wymagają więcej niż 60 minut pracy, by precyzyjnie wykryć i potwierdzić NCM (np. czujniki wykorzystujące modele statystyczne lub powiązane ze zużyciem płynów w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach), organ udzielający homologacji typu może dopuścić dłuższy okres monitorowania, pod warunkiem że producent uzasadni potrzebę zastosowania dłuższego okresu (np. w oparciu o analizę techniczną, wyniki badań, własne doświadczenia itp.).

2.4.3. Wymagania dotyczące usuwania diagnostycznych kodów błędu (DTC):

a) układ NCD nie może sam usunąć DTC z pamięci komputera, dopóki usterka, której dotyczył dany DTC, nie zostanie usunięta;

b) układ NCD może usunąć wszystkie DTC po otrzymaniu sygnału z własnego narzędzia skanującego lub narzędzia konserwacyjnego dostarczanego na żądanie przez producenta silnika lub poprzez zastosowanie kodu przekazanego przez producenta silnika.

2.4.4. Układ NCD nie może zostać zaprogramowany lub inaczej skonstruowany w taki sposób, by uległ częściowej lub całkowitej dezaktywacji po osiągnięciu przez maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach określonego wieku, podczas gdy silnik będzie w dalszym ciągu znajdował się w eksploatacji; układ nie może również zawierać algorytmów lub strategii mających na celu zmniejszenie jego skuteczności po pewnym czasie.

2.4.5. Wszystkie kody komputerowe i parametry pracy układu NCD, które można przeprogramować, muszą być odporne na ingerencję osób niepowołanych.

▼B

2.4.6. Rodzina silników NCD

Producent jest odpowiedzialny za określenie składu rodziny silników NCD. Grupowanie silników w ramach rodziny silników NCD opiera się na właściwej ocenie technicznej i podlega zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu.

Silniki nienależące do tej samej rodziny silników mogą mimo to należeć do tej samej rodziny silników NCD.

2.4.6.1. Parametry określające rodzinę silników NCD

Rodzina silników NCD cechuje się podstawowymi parametrami konstrukcyjnymi, które muszą być wspólne dla silników należących do tej rodziny.

Aby silniki mogły zostać uznane za należące do tej samej rodziny silników NCD, powinny one charakteryzować się podobnymi podstawowymi parametrami, które wymieniono poniżej:

a) układy sterowania emisją;

b) metody monitorowania NCD;

c) kryteria monitorowania NCD;

d) parametry monitorowania (np. częstotliwość).

Producent wykazuje podobieństwo tych parametrów poprzez odpowiednią demonstrację techniczną lub inne właściwe procedury i podlega ono zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu.

Producent może wystąpić o zatwierdzenie przez organ udzielający homologacji typu drobnych różnic w metodach monitorowania/diagnozowania układu NCD wynikających ze zmian w konfiguracji silnika, gdy metody te są uważane za podobne przez producenta i różnią się tylko w zakresie, w jakim jest to niezbędne, aby były dostosowane do określonych właściwości danych części (np. rozmiar, przepływ gazów spalinowych itd.); lub ich podobieństwo zostało stwierdzone w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

3. **Wymogi dotyczące konserwacji**

▼M2

3.1. Producent oryginalnego sprzętu dostarcza wszystkim użytkownikom końcowym nowych maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach pisemne instrukcje dotyczące układu kontroli emisji i jego prawidłowej pracy zgodnie z załącznikiem XV.

▼B

4. **System ostrzegania operatora**

4.1. Maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach musi być wyposażona w system ostrzegania operatora wykorzystujący wizualne sygnały ostrzegawcze do poinformowania operatora o wykryciu niskiego poziomu odczynnika, niewłaściwej jakości odczynnika, przerwy w dozowaniu lub awarii określonej w sekcji 9, prowadzących do aktywacji systemu wymuszającego w przypadku niepodjęcia niezbędnych kroków w odpowiednim czasie. System ostrzegania musi pozostać aktywny po aktywacji systemu wymuszającego opisanego w sekcji 5.

4.2. Sygnał ostrzegawczy nie może być taki sam, jak sygnał stosowany do celów ostrzegania przed nieprawidłowym funkcjonowaniem lub innymi aspektami pracy silnika, może jednak wykorzystywać ten sam system ostrzegania.

▼B

4.3. System ostrzegania operatora musi składać się z jednej lub większej liczby lampek lub może wyświetlać krótkie komunikaty, np. wskazujące wyraźnie:

a) czas pozostały przed aktywacją wymuszania niskiego poziomu lub stanowczego wymuszania;

b) zakres wymuszania niskiego poziomu lub stanowczego wymuszania, np. zakres zmniejszenia momentu obrotowego;

c) warunki, jakie należy spełnić w celu odblokowania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

System wykorzystywany do wyświetlania komunikatów może być tym samym systemem, co system wykorzystywany do innych celów konserwacji.

4.4. Zależnie od decyzji producenta system ostrzegania może również obejmować sygnał dźwiękowy ostrzegający operatora. Dopuszcza się wyłączenie sygnału dźwiękowego przez operatora.

4.5. System ostrzegania operatora aktywuje się w sposób przewidziany odpowiednio w pkt 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4 i 9.3.

4.6. System ostrzegania operatora dezaktywuje się w momencie ustania warunków uzasadniających jego aktywację. System ostrzegania operatora nie dezaktywuje się automatycznie, jeżeli przyczyna jego aktywacji nie zostanie usunięta.

4.7. Działanie systemu ostrzegania może zostać tymczasowo przerwane w celu wyemitowania innych sygnałów ostrzegawczych przekazujących ważne komunikaty dotyczące bezpieczeństwa.

4.8. Procedury aktywacji i dezaktywacji systemu ostrzegania operatora przedstawiono szczegółowo w sekcji 11.

4.9. Składając wniosek o udzielenie homologacji typu UE na podstawie niniejszego rozporządzenia, producent musi wykazać, że system ostrzegania operatora działa w sposób opisany w sekcji 10.

5. **System wymuszający**

5.1. Silnik musi być wyposażony w system wymuszający funkcjonujący w oparciu o jedną z następujących zasad:

5.1.1. dwuetapowy system wymuszający, powodujący najpierw wymuszanie niskiego poziomu (ograniczenie działania), a następnie stanowcze wymuszenie (skuteczne zablokowanie działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach);

5.1.2. jednoetapowy system stanowczego wymuszania (skuteczne zablokowanie działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach) aktywowany w warunkach systemu wymuszającego niskiego poziomu, jak określono w pkt 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 i 9.4.1.

Jeżeli producent postanowi wyłączyć silnik, aby spełnić wymóg dotyczący jednoetapowego systemu stanowczego wymuszania, wówczas, w zależności od jego wyboru, można aktywować wymuszenie poziomu odczynnika zgodnie z warunkami określonymi w pkt 6.3.2 a nie warunkami określonymi w pkt 6.3.1.

▼B

5.2. Silnik może zostać wyposażony w środki wyłączania systemu wymuszającego, pod warunkiem że spełnia wymogi określone w pkt 5.2.1.

5.2.1. Silnik może zostać wyposażony w środki tymczasowego wyłączania systemu wymuszającego w czasie stanu zagrożenia ogłoszonego przez krajową lub regionalną administrację rządową i podległe jej służby ratunkowe oraz siły zbrojne.

5.2.1.1. Wszystkie z powyższych warunków mają zastosowanie, gdy silnik jest wyposażony w środki tymczasowego wyłączania systemu wymuszającego w sytuacjach awaryjnych:

a) maksymalny okres pracy, w którym operator może wyłączyć system wymuszający, wynosi 120 godzin;

b) sposób aktywacji powinien przebiegać tak, aby zapobiec przypadkowemu uruchomieniu poprzez żądanie podwójnego dobrowolnego działania i powinien być wyraźnie oznaczony przy najmniej ostrzeżeniem „DO UŻYCIA TYLKO W SYTUACJACH AWARYJNYCH”;

c) zablokowanie zostanie automatycznie dezaktywowane po 120 godzinach, dlatego operator powinien posiadać środki umożliwiające mu ręczną dezaktywację zablokowania w przypadku opanowania sytuacji awaryjnej;

d) po upływie 120 godzin nie jest już możliwe wyłączenie systemu wymuszającego, chyba że środki pozwalające wyłączyć ten system zostały ponownie uzbrojone poprzez dodanie tymczasowego kodu zabezpieczającego przez producenta lub ponowną konfigurację ECU silnika przez wykwalifikowanego pracownika serwisu lub równoważne zabezpieczenie odpowiednie dla każdego silnika;

e) łączną liczbę i czas trwania aktywacji zablokowania należy przechowywać w pamięci trwałej komputera lub w licznikach w taki sposób, aby uniemożliwić celowe usunięcie tych informacji. Krajowe organy kontrolne powinny mieć możliwość odczytania tych zapisów za pomocą narzędzia skanującego;

▼M2

ea) opis połączenia i metody odczytu zapisów, o których mowa w lit. e), należy ująć w folderze informacyjnym określonym w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656;

▼B

f) producent powinien prowadzić rejestr każdego żądania dotyczącego ponownego uzbrojenia środków umożliwiających tymczasowe wyłączenie systemu wymuszającego i powinien udostępniać te rejestry Komisji lub organom krajowym na żądanie.

5.3. System wymuszający niskiego poziomu

5.3.1. Aktywacja systemu wymuszającego niskiego poziomu następuje po wystąpieniu któregokolwiek z warunków określonych w pkt 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 i 9.4.1.

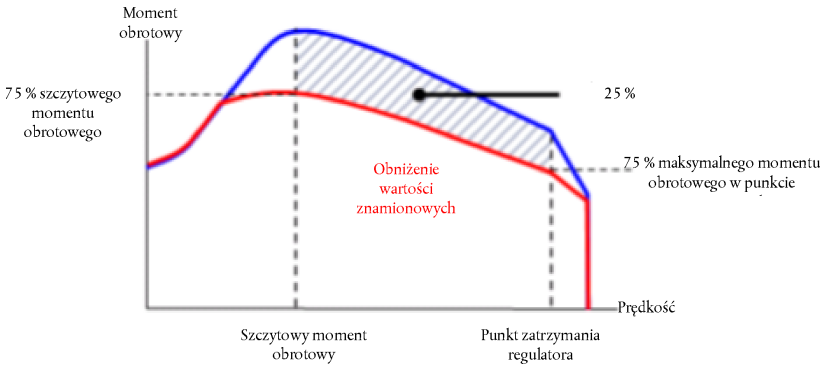
5.3.2. System wymuszający niskiego poziomu zmniejsza stopniowo maksymalny dostępny moment obrotowy silnika w całym zakresie prędkości obrotowych silnika o co najmniej 25 % między szczytową prędkością momentu obrotowego i punktem zatrzymania regulatora, jak przedstawiono na rys. 4.1. Tempo ograniczania momentu obrotowego musi wynosić co najmniej 1 % na minutę.

▼B

5.3.3. Dopuszcza się również możliwość korzystania z innych środków wymuszających, jeżeli producent wykazał organowi udzielającemu homologacji typu, że zapewniają one taki sam lub wyższy poziom stanowczości.

Rysunek 4.1

Program zmniejszania momentu obrotowego przez system wymuszający niskiego poziomu



5.4. System stanowczego wymuszania

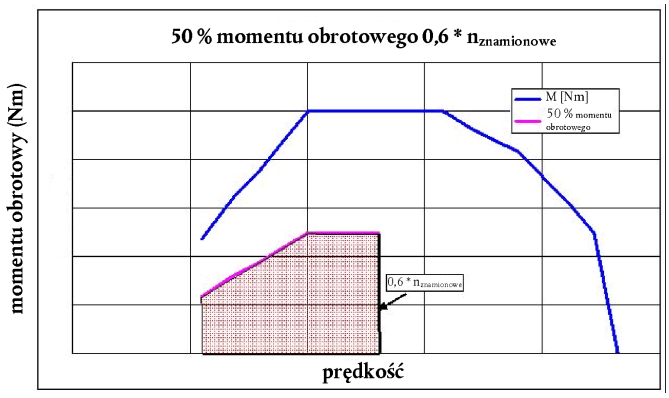
5.4.1. Aktywacja systemu stanowczego wymuszania następuje po wystąpieniu któregokolwiek z warunków określonych w pkt 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 i 9.4.2.

5.4.2. System stanowczego wymuszania zmniejsza użyteczność maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach do poziomu wystarczająco uciążliwego, by zmusić operatora do zaradzenia wszelkim problemom, o których mowa w sekcjach 6–9. Dopuszcza się możliwość zastosowania następujących strategii:

5.4.2.1. Między szczytową prędkością momentu obrotowego i punktem zatrzymania regulatora należy stopniowo obniżać moment obrotowy silnika z wartości momentu dla wymuszenia niskiego poziomu przedstawionej na rys. 4.1 o co najmniej 1 % na minutę do momentu osiągnięcia 50 % maksymalnego momentu obrotowego lub niższej jego wartości, natomiast w przypadku silników o zmiennej prędkości obrotowej prędkość obrotową silnika należy stopniowo zmniejszać do momentu osiągnięcia 60 % prędkości znamionowej lub niższej jej wartości, w tym samym czasie, w którym ma miejsce zmniejszanie momentu obrotowego, jak pokazano na rys. 4.2.

Rysunek 4.2

Program zmniejszania momentu obrotowego przez system stanowczego wymuszania



5.4.2.2. Dopuszcza się również możliwość korzystania z innych środków wymuszających, jeżeli producent wykazał organowi udzielającemu homologacji typu, że zapewniają one taki sam lub wyższy poziom stanowczości.

▼B

5.5. Aby uwzględnić obawy dotyczące bezpieczeństwa i umożliwić diagnostykę autonaprawczą, zezwala się na stosowanie funkcji ręcznego wyłączenia wymuszenia w celu uwolnienia pełnej mocy silnika, pod warunkiem że:

a) nie jest ona używana dłużej niż przez 30 minut; oraz

b) jest ograniczona do 3 aktywacji w każdym okresie, w którym system wymuszający jest aktywny.

5.6. System wymuszający dezaktywuje się w momencie ustania warunków uzasadniających jego aktywację. System wymuszający nie dezaktywuje się automatycznie, jeżeli przyczyna jego aktywacji nie zostanie usunięta.

5.7. Procedury aktywacji i dezaktywacji systemu wymuszającego przedstawiono szczegółowo w sekcji 11.

5.8. Składając wniosek o udzielenie homologacji typu UE na podstawie niniejszego rozporządzenia, producent musi wykazać, że system wymuszający działa w sposób opisany w sekcji 11.

6. **Dostępność odczynnika**

6.1. Wskaźnik poziomu odczynnika

Maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach musi być wyposażona we wskaźnik wyraźnie informujący operatora o poziomie odczynnika w zbiorniku. Za minimalny dopuszczalny poziom wydajności działania wskaźnika poziomu odczynnika uznaje się sytuację, w której wskaźnik bez przerwy wskazuje poziom odczynnika po aktywowaniu systemu ostrzegania operatora, o którym mowa w sekcji 4. Wskaźnik poziomu odczynnika może mieć postać wyświetlacza analogowego lub cyfrowego i może wskazywać poziom jako część całkowitej pojemności zbiornika, pozostałą ilość odczynnika lub szacowaną pozostałą liczbę godzin pracy.

6.2. Aktywacja systemu ostrzegania operatora

6.2.1. System ostrzegania operatora, o którym mowa w sekcji 4, aktywuje się, kiedy poziom odczynnika spada poniżej 10 % pojemności zbiornika odczynnika lub poniżej większej wartości procentowej, zależnie od decyzji producenta.

6.2.2. Komunikat ostrzegawczy musi być dostatecznie jednoznaczny, aby w połączeniu z informacjami przekazywanymi za pośrednictwem wskaźnika operator zrozumiał, że poziom odczynnika jest niski. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, ostrzeżenie wizualne zawiera komunikat o niskim poziomie odczynnika (np. „niski poziom mocznika”, „niski poziom AdBlue” lub „niski poziom odczynnika”).

6.2.3. System ostrzegania operatora początkowo nie musi być aktywowany w trybie ciągłym (np. komunikat nie musi być wyświetlany przez cały czas), jednak intensywność jego aktywacji musi wzrastać, tak by zaczął on działać w sposób ciągły w miarę zbliżania się do zerowego poziomu odczynnika oraz zbliżania się do punktu, w którym uruchomiony zostanie system wymuszający (np. poprzez zwiększenie częstotliwości emitowania sygnałów świetlnych przez lampę). Kulminacyjnym momentem działania systemu jest powiadomienie operatora o poziomie wybranym przez producenta, ale w sposób dostatecznie lepiej zauważalny po uruchomieniu systemu wymuszającego, o którym mowa w pkt 6.3, niż w chwili jego początkowego aktywowania.

▼B

6.2.4. Ciągły sygnał ostrzegawczy nie może być łatwy do wyłączenia lub zignorowania. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, należy wyświetlać na nim jednoznaczne komunikaty (np. „uzupełnij mocznik”, „uzupełnij AdBlue” lub „uzupełnij odczynnik”). Działanie ciągłego sygnału ostrzegawczego może zostać tymczasowo przerwane w celu wyemitowania innych sygnałów ostrzegawczych przekazujących ważne komunikaty dotyczące bezpieczeństwa.

6.2.5. Wyłączenie systemu ostrzegania do czasu uzupełnienia odczynnika do poziomu niepowodującego aktywacji systemu nie może być możliwe.

6.3 Aktywacja systemu wymuszającego

6.3.1 System wymuszający niskiego poziomu opisany w pkt 5.3 aktywuje się, gdy poziom odczynnika spadnie poniżej 2,5 % znamionowej całkowitej pojemności zbiornika odczynnika lub poniżej wyższej wartości procentowej określonej przez producenta.

6.3.2. System stanowczego wymuszania opisany w pkt 5.4 aktywuje się w momencie opróżnienia zbiornika odczynnika (tj. w momencie, gdy układ dozowania nie będzie już w stanie pobierać odczynnika ze zbiornika) lub w momencie, gdy poziom odczynnika w zbiorniku będzie niższy niż 2,5 % jego znamionowej całkowitej pojemności, w zależności od decyzji producenta.

6.3.3. Poza przypadkami wymienionymi w pkt 5.5, wyłączenie systemu wymuszającego niskiego poziomu lub systemu stanowczego wymuszania nie może być możliwe do czasu uzupełnienia odczynnika do poziomu niepowodującego aktywacji tych systemów.

7. **Monitorowanie jakości odczynnika**

7.1. Silnik lub maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach muszą być wyposażone w środki wykrywania obecności niewłaściwego odczynnika w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach.

7.1.1. Producent określa minimalne dopuszczalne stężenie odczynnika CD_{min}, dzięki któremu emisje NO_x z rury wydechowej nie przekraczają niższej obowiązującej wartości granicznej NO_x pomnożonej przez 2,25 lub obowiązującej wartości granicznej NO_x zwiększonej o 1,5 g/kWh. W przypadku podkategorii silników z połączoną wartością graniczną HC i NO_x obowiązująca wartość graniczna NO_x staje się na potrzeby tego punktu połączoną wartością graniczną HC i NO_x obniżoną o 0,19 g/kWh;

▼M2

7.1.1.1. Określoną przez producenta wartość CD_{min} stosuje się w czasie demonstracji określonej w sekcji 13 i zapisuje się ją w części C dokumentu informacyjnego określonego w załączniku I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

7.1.2. Należy zagwarantować, że każde stężenie odczynnika niższe niż CD_{min} zostanie wykryte; w takim przypadku odczynnik uznaje się za niewłaściwy do celów pkt 7.1.

7.1.3. Jakości odczynnika należy przypisać specjalny licznik („licznik jakości odczynnika”). Licznik jakości odczynnika nalicza godziny pracy silnika na niewłaściwym odczynniku.

▼B

7.1.3.1. Opcjonalnie producent może ustanowić jeden licznik dla błędu jakości odczynnika oraz jednego lub większej liczby błędów wymienionych w sekcji 8 i 9.

7.1.4. Kryteria i mechanizmy aktywacji i dezaktywacji licznika jakości odczynnika opisano szczegółowo w sekcji 11.

7.2. Aktywacja systemu ostrzegania operatora

Po potwierdzeniu przez układ monitorujący, że jakość odczynnika jest niewłaściwa, należy aktywować system ostrzegania operatora opisany w sekcji 4. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, wyświetlany jest komunikat wskazujący przyczynę wystosowania ostrzeżenia (np. „wykryto niewłaściwy mocznik”, „wykryto niewłaściwy AdBlue” lub „wykryto niewłaściwy odczynnik”).

7.3 Aktywacja systemu wymuszającego

7.3.1. System wymuszający niskiego poziomu opisany w pkt 5.3 aktywuje się, jeżeli jakość odczynnika nie zostanie poprawiona w ciągu maksymalnie 10 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora opisanego w pkt 7.2.

7.3.2. System stanowczego wymuszania opisany w pkt 5.4 aktywuje się, jeżeli jakość odczynnika nie zostanie poprawiona w ciągu maksymalnie 20 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora opisanego w pkt 7.2.

7.3.3. Liczbę godzin przed aktywacją systemów wymuszających zmniejsza się w przypadku powtórnego wystąpienia nieprawidłowego funkcjonowania zgodnie z mechanizmem opisanym w sekcji 11.

8. **Dozowanie odczynnika**

8.1 Silnik musi być wyposażony w urządzenie umożliwiające wykrycie przerwy w dozowaniu.

8.2. Licznik dozowania odczynnika

8.2.1. Dozowanie jest mierzone przy pomocy specjalnego licznika („licznik dozowania”). Licznik ten zlicza godziny pracy silnika, w których doszło do przerwania dozowania odczynnika. Nie jest to wymagane, jeżeli taka przerwa następuje pod wpływem działania ECU silnika z uwagi na takie warunki eksploatacji maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, które nie wymagają dozowania odczynnika dla utrzymania wymaganego poziomu emisji przez taką maszynę.

8.2.1.1. Opcjonalnie producent może ustanowić jeden licznik dla błędu dozowania odczynnika oraz jednego lub większej liczby błędów wymienionych w sekcji 7 i 9.

8.2.2. Kryteria i mechanizmy aktywacji i dezaktywacji licznika dozowania odczynnika zostały szczegółowo opisane w sekcji 11.

8.3. Aktywacja systemu ostrzegania operatora

System ostrzegania operatora opisany w sekcji 4 aktywuje się w przypadku przerwania dozowania, co prowadzi do uruchomienia licznika dozowania zgodnie z pkt 8.2.1. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, wyświetlany jest komunikat wskazujący przyczynę wystosowania ostrzeżenia (np. „awaria układu dozowania mocznika”, „awaria układu dozowania AdBlue” lub „awaria układu dozowania odczynnika”).

▼B

8.4. Aktywacja systemu wymuszającego

8.4.1. System wymuszający niskiego poziomu opisany w pkt 5.3 aktywuje się, jeżeli przerwa w dozowaniu odczynnika nie zostanie usunięta w ciągu maksymalnie 10 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora zgodnie z pkt 8.3.

8.4.2. System stanowczego wymuszania opisany w pkt 5.4 aktywuje się, jeżeli przerwa w dozowaniu odczynnika nie zostanie usunięta w ciągu maksymalnie 20 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora zgodnie z pkt 8.3.

8.4.3. Liczbę godzin przed aktywacją systemów wymuszających zmniejsza się w przypadku powtórnego wystąpienia nieprawidłowego funkcjonowania zgodnie z mechanizmem opisanym w sekcji 11.

▼M2

9. **Inne błędy mogące wynikać z ingerencji osób niepowołanych**

9.1. Poza monitorowaniem poziomu odczynnika w zbiorniku, jakości odczynnika i przerw w dozowaniu należy również monitorować następujące błędy, ponieważ mogą być spowodowane ingerencją osób niepowołanych:

a) błędy układu diagnostyki kontroli NO_x (NCD) opisane w pkt 9.2.1;

b) błędy zaworu wymuszonej recyrkulacji gazów spalinowych (EGR) opisane w pkt 9.2.2.

9.2. Wymagania dotyczące monitorowania i liczniki

9.2.1. Układ NCD

9.2.1.1. Układ diagnostyki kontroli NO_x monitoruje się pod kątem awarii elektrycznych oraz pod kątem potencjalnego usunięcia lub dezaktywacji jakiegokolwiek czujnika, co uniemożliwia układowi diagnozowanie wszelkich innych błędów, o których mowa w sekcjach 6–8 (monitorowanie części).

Niewyczerpująca lista czujników wpływających na zdolność diagnostyczną obejmuje czujniki dokonujące bezpośredniego pomiaru stężenia NO_x, czujniki jakości mocznika, czujniki warunków otoczenia oraz czujniki służące do monitorowania dozowania odczynnika, jego poziomu i zużycia.

9.2.1.2. Każdemu błędowi monitorowania przypisuje się licznik. Liczniki układu NCD naliczają godziny pracy silnika, podczas których aktywność statusu diagnostycznego kodu błędu związanego z awarią układu NCD była potwierdzona. Różne błędy układu NCD mogą być połączone w jednym liczniku.

9.2.1.2.1. Producent może ustanowić jeden licznik dla błędu układu NCD oraz jednego lub większej liczby układów wymienionych w sekcji 7, 8 i pkt 9.2.2.

9.2.1.3. Kryteria i mechanizmy aktywacji i dezaktywacji licznika układu NCD zostały szczegółowo opisane w sekcji 11.

9.2.2. Zablokowany zawór EGR

9.2.2.1. Układ recyrkulacji spalin (EGR) monitoruje się pod kątem blokady zaworu EGR.

▼M2

9.2.2.2. Zablokowanemu zaworowi EGR przypisuje się licznik. Licznik zaworu EGR nalicza godziny pracy silnika, podczas których aktywność statusu diagnostycznego kodu błędu związanego z zablokowanym zaworem EGR była potwierdzona.

9.2.2.2.1. Producent może ustanowić jeden licznik dla błędu zablokowania zaworu EGR oraz jednego lub większej liczby układów wymienionych w sekcjach 7, 8 i pkt 9.2.1.

9.2.2.3. Kryteria i mechanizmy aktywacji i dezaktywacji licznika zaworu EGR zostały szczegółowo opisane w sekcji 11.

▼B

9.3. Aktywacja systemu ostrzegania operatora

System ostrzegania operatora opisany w sekcji 4 aktywuje się w przypadku wystąpienia któregokolwiek z błędów określonych w pkt 9.1 i wskazuje na konieczność podjęcia pilnych działań naprawczych. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, wyświetlany jest komunikat wskazujący przyczynę wystosowania ostrzeżenia (np. „zawór dozowania odczynnika odłączony” lub „krytyczny błąd emisji”).

9.4. Aktywacja systemu wymuszającego

9.4.1. System wymuszający niskiego poziomu opisany w pkt 5.3 aktywuje się, jeżeli błąd określony w pkt 9.1 nie zostanie usunięty w ciągu maksymalnie 36 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora opisanego w pkt 9.3.

9.4.2. System stanowczego wymuszania opisany w pkt 5.4 aktywuje się, jeżeli błąd określony w pkt 9.1 nie zostanie usunięty w ciągu maksymalnie 100 godzin pracy silnika od momentu aktywacji systemu ostrzegania operatora opisanego w pkt 9.3.

9.4.3. Liczbę godzin przed aktywacją systemów wymuszających zmniejsza się w przypadku powtórnego wystąpienia nieprawidłowego funkcjonowania zgodnie z mechanizmem opisanym w sekcji 11.

▼M2

9.5. Jako rozwiązanie alternatywne wobec stosowania wymagań dotyczących monitorowania określonych w pkt 9.2, producent może monitorować błędy, stosując czujnik NO_x umieszczony w układzie gazów spalinowych. W takim przypadku:

a) wartość NO_x, przy której wykrywa się NCM, nie może przekraczać obowiązującej wartości granicznej NO_x pomnożonej przez 2,25 lub obowiązującej wartości granicznej NO_x zwiększonej o 1,5 g/kWh, w zależności od tego, która z tych wartości jest niższa. W przypadku podkategorii silników z połączoną wartością graniczną HC i NO_x obowiązująca wartość graniczna NO_x staje się na potrzeby tego punktu połączoną wartością graniczną HC i NO_x obniżoną o 0,19 g/kWh;

b) można zastosować jedno ostrzeżenie, w tym, jeśli stosowane są komunikaty, komunikat „wysoki poziom NO_x – pierwotna przyczyna nieznana”;

c) w pkt 9.4.1 maksymalną liczbę godzin pracy silnika od aktywacji systemu ostrzegania operatora do aktywacji systemu wymuszającego niskiego poziomu należy zmniejszyć do 10;

▼M2

d) w pkt 9.4.2 maksymalną liczbę godzin pracy silnika od aktywacji systemu ostrzegania operatora do aktywacji systemu stanowczego wymuszania należy zmniejszyć do 20.

▼B

10. **Wymogi dotyczące demonstracji**

10.1. Uwagi ogólne

Podczas homologacji typu UE należy wykazać zgodność z wymaganiami niniejszego dodatku, przeprowadzając, w sposób zgodny z tabelą 4.1 i niniejszego sekcją 10:

a) demonstrację aktywacji systemu ostrzegania;

b) demonstrację aktywacji systemu wymuszającego niskiego poziomu, w stosownych przypadkach;

c) demonstrację aktywacji systemu stanowczego wymuszania.

10.2. Rodziny silników i rodziny silników NCD

Zgodność rodziny silników lub rodziny silników NCD z wymogami niniejszej sekcji 10 można zademonstrować, poddając badaniu jednego z członków danej rodziny, pod warunkiem że producent zademonstruje organowi udzielającemu homologacji typu, iż układy monitorujące niezbędne dla zapewnienia zgodności z wymogami niniejszego dodatku są podobne w obrębie rodziny.

▼M2

10.2.1. Podobieństwo do układów monitorujących innych członków rodziny silników NCD można wykazać, przedstawiając organom udzielającym homologacji typu takie elementy, jak algorytmy, analizy funkcjonalne itp.

▼B

10.2.2. Producent, w porozumieniu z organem udzielającym homologacji typu, wybiera silnik poddawany badaniu. Może to być, lecz nie musi, silnik macierzysty danej rodziny.

▼M2

10.2.3. W przypadku gdy silniki danej rodziny silników należą do rodziny silników NCD, która uzyskała już homologację typu UE, o czym mowa w pkt 10.2.1 (rys. 4.3), uznaje się, że zgodność tej rodziny silników została wykazana bez konieczności przeprowadzania dalszych badań, o ile producent wykaże organowi udzielającemu homologacji typu, że układy monitorujące niezbędne do zapewnienia zgodności z wymaganiami niniejszego dodatku są podobne w obrębie danej rodziny silników lub rodziny silników NCD.

Tabela 4.1

Ilustracja przebiegu procesu demonstracji zgodnie z przepisami pkt 10.3 i 10.4

Mechanizm	Elementy demonstracji
Aktywacja systemu ostrzegania określona w pkt 10.3	— 2 badania aktywacji (w tym w przypadku braku odczynnika) — w stosownych przypadkach dodatkowe elementy demonstracji
Aktywacja systemu wymuszającego niskiego poziomu określona w pkt 10.4	— 2 badania aktywacji (w tym w przypadku braku odczynnika) — w stosownych przypadkach dodatkowe elementy demonstracji — 1 badanie zmniejszenia momentu obrotowego

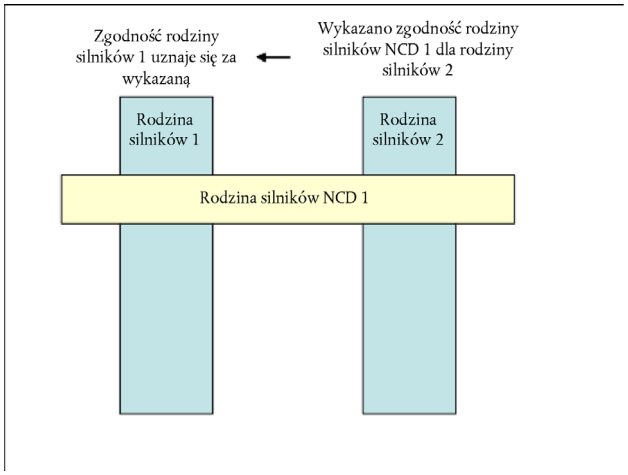
▼M2

Mechanizm	Elementy demonstracji
Aktywacja systemu stanowczego wymuszania określona w pkt 10.4	— 2 badania aktywacji (w tym w przypadku braku odczynnika) — w stosownych przypadkach dodatkowe elementy demonstracji

▼B

Rysunek 4.3

Uprzednio wykazana zgodność rodziny silników NCD



10.3. Demonstracja aktywacji systemu ostrzegania

▼M2

10.3.1. Zgodność aktywacji systemu ostrzegania należy wykazać, przeprowadzając dwa badania: na brak odczynnika i na jedną z kategorii błędów określonych w sekcjach 7, 8 lub 9.

10.3.2. Wybór błędu do badań spośród błędów, o których mowa w sekcjach 7, 8 lub 9.

10.3.2.1. Organ udzielający homologacji wybiera jedną kategorię błędów. W przypadku gdy błąd jest wybrany spośród pkt 7 lub 9 stosuje się dodatkowe wymogi określone odpowiednio w pkt 10.3.2.2 lub 10.3.2.3.

10.3.2.2. Na potrzeby demonstracji aktywacji systemu ostrzegania w przypadku niewłaściwej jakości odczynnika wybiera się odczynnik o rozcieńczeniu aktywnego składnika równym lub wyższym niż rozcieńczenie podane przez producenta zgodnie z wymogami określonymi w pkt 7–7.3.3.

10.3.2.3. Na potrzeby demonstracji aktywacji systemu ostrzegania w przypadku błędów, które można przypisać ingerencji osób niepowołanych i które zdefiniowano w sekcji 9, wyboru dokonuje się zgodnie z następującymi wymogami:

10.3.2.3.1. Producent przedstawia organowi udzielającemu homologacji typu wykaz takich potencjalnych błędów.

10.3.2.3.2. Organ udzielający homologacji typu wybiera błąd, który ma być przedmiotem badania, z wykazu, o którym mowa w pkt 10.3.2.3.1.

▼M2

10.3.3. Demonstracja

10.3.3.1. Na potrzeby przedmiotowej demonstracji przeprowadza się oddzielne badanie na brak odczynnika i na błąd wybrany zgodnie z pkt 10.3.2–10.3.2.3.2.

▼B

10.3.3.2. W trakcie badania nie może dojść do wystąpienia żadnego innego błędu niż błąd będący przedmiotem badania.

10.3.3.3. Przed rozpoczęciem badania należy skasować wszystkie DTC.

10.3.3.4. Na żądanie producenta i za zgodą organu udzielającego homologacji typu błędy, których dotyczy badanie, mogą być symulowane.

10.3.3.5. Wykrywanie błędów innych niż brak odczynnika.

Procedurę wykrywania wywołanych lub zasymulowanych błędów innych niż brak odczynnika przeprowadza się w następujący sposób:

10.3.3.5.1. Układ NCD musi zareagować na pojawienie się błędu uznanego za odpowiedni przez organ udzielający homologacji typu zgodnie z przepisami niniejszego dodatku. Zdolność do takiej reakcji uznaje się za wykazaną, jeżeli aktywacja nastąpi w ciągu dwóch kolejnych cykli badania NCD zgodnie z pkt 10.3.3.7.

Jeżeli w opisie monitorowania zaznaczono, za zgodą organu udzielającego homologacji typu, że dany układ monitorujący potrzebuje więcej niż dwóch cykli badania NCD do zakończenia monitorowania, liczba cykli badania NCD może zostać zwiększona do trzech.

W ramach badania demonstracyjnego pojedyncze cykle badania NCD można rozdzielić, wyłączając silnik. Ustalając długość okresu poprzedzającego kolejny rozruch, należy wziąć pod uwagę wszelkie procedury monitorowania, które mogą być prowadzone po wyłączeniu silnika, a także wszelkie warunki niezbędne do rozpoczęcia monitorowania przy kolejnym rozruchu.

▼M2

10.3.3.5.2. Demonstrację aktywacji systemu ostrzegania uznaje się za przeprowadzoną pomyślnie, jeżeli po zakończeniu każdego badania demonstracyjnego przeprowadzonego zgodnie z pkt 10.3.3 system ostrzegania aktywował się prawidłowo, a diagnostyczny kod błędu odpowiadający wybranemu błędowi miał status „potwierdzony i aktywny”.

▼B

10.3.3.6. Wykrywanie w przypadku braku dostępności odczynnika

Na potrzeby demonstracji aktywacji systemu ostrzegania w przypadku braku odczynnika silnik uruchamia się w jednym lub większej liczbie cykli badania NCD, według uznania producenta.

10.3.3.6.1. Demonstrację należy rozpocząć przy poziomie odczynnika w zbiorniku uzgodnionym przez producenta i organ udzielający homologacji typu, ale wynoszącym nie mniej niż 10 % znamionowej pojemności zbiornika.

10.3.3.6.2. W przypadku jednoczesnego spełnienia wskazanych poniżej warunków uznaje się, że system ostrzegania zadziałał właściwie:

a) system ostrzegania został aktywowany, gdy poziom dostępności odczynnika wynosił co najmniej 10 % pojemności zbiornika odczynnika; oraz

b) system ostrzegania włączył się w trybie ciągłym przy dostępności odczynnika większej lub równej wartości zadeklarowanej przez producenta zgodnie z przepisami sekcji 6.

▼B

10.3.3.7. Cykl badania NCD

10.3.3.7.1. Cyklem badania NCD, który zgodnie z niniejszą sekcją 10 należy przeprowadzić, aby wykazać, że układ NCD działa w prawidłowy sposób, jest NRTC w cyklu gorącego rozruchu dla silników należących do podkategorii NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5, NRE-v-6 oraz mający zastosowanie cykl badania NRSC w przypadku silników należących do innych kategorii.

10.3.3.7.2 Na wniosek producenta oraz za zgodą organu udzielającego homologacji typu w odniesieniu do konkretnego układu monitorującego można przeprowadzić alternatywny cykl badania NCD (np. inny niż NTRC lub NRSC). Wniosek powinien zawierać elementy (analizy techniczne, symulacje, wyniki badań, itd.) wykazujące, że:

a) cykl badania, którego dotyczy wniosek, zapewni funkcjonowanie układu monitorującego w rzeczywistych warunkach użytkowania; oraz

b) zastosowanie standardowego cyklu badania NCD, o którym mowa w pkt 10.3.3.7.1, będzie mniej korzystne w przypadku przedmiotowego monitorowania.

10.3.4. Demonstrację aktywacji systemu ostrzegania uznaje się za przeprowadzoną pomyślnie, jeżeli po zakończeniu każdego badania demonstracyjnego przeprowadzonego zgodnie z pkt 10.3.3 system ostrzegania aktywował się prawidłowo.

10.4. Demonstracja systemu wymuszającego

10.4.1. Demonstrację systemu wymuszającego przeprowadza się w drodze badań na hamowni silnikowej.

10.4.1.1. Wszelkie części lub podzespoły niezamontowane fizycznie w silniku, takie jak m.in. czujniki temperatury otoczenia, czujniki poziomu oraz systemy ostrzegania i informowania operatora, które są niezbędne do przeprowadzenia demonstracji, podłącza się w tym celu do silnika lub symuluje się ich działanie w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu.

10.4.1.2. Badania demonstracyjne mogą zostać przeprowadzone na kompletnej maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach lub na maszynie poprzez zamontowanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach na odpowiednim stanowisku badawczym albo – niezależnie od przepisów pkt 10.4.1 – poprzez zorganizowanie jazdy testowej tej maszyny po torze badawczym w warunkach kontrolowanych, jeżeli producent tak postanowi i uzyska na to zgodę organu udzielającego homologacji typu.

▼M2

10.4.2. W trakcie sekwencji badania demonstruje się aktywację systemu wymuszającego w przypadku wystąpienia błędu wybranego przez organ udzielający homologacji z wykazu, o którym mowa w pkt 10.3.2.1, do badania systemu ostrzegania.

10.4.3. Na potrzeby tej demonstracji:

a) działając w porozumieniu z organem udzielającym homologacji typu, producent może przyspieszyć badanie, symulując osiągnięcie określonej liczby godzin pracy;

b) osiągnięcie stopnia zmniejszenia momentu obrotowego wymaganego w celu aktywowania systemu wymuszającego niskiego poziomu można zademonstrować w tym samym czasie, w którym odbywa się proces ogólnej homologacji działania silnika przeprowadzany zgodnie z niniejszym rozporządzeniem. W takim przypadku dokonywanie odrębnego pomiaru momentu obrotowego podczas demonstracji systemu wymuszającego nie jest wymagane;

c) w stosownych przypadkach należy zademonstrować system wymuszający niskiego poziomu zgodnie z wymogami określonymi w pkt 10.4.5;

▼M2

d) system stanowczego wymuszania należy zademonstrować zgodnie z wymogami określonymi w pkt 10.4.6.

▼B

10.4.4. Ponadto producent demonstruje działanie systemu wymuszającego w warunkach błędu zdefiniowanych w sekcjach 7, 8 lub 9, których nie wybrano na potrzeby przeprowadzenia badań demonstracyjnych opisanych w pkt 10.4.1–10.4.3.

Takie dodatkowe demonstracje można przeprowadzić, przekazując organowi udzielającemu homologacji typu dokumentację techniczną sporządzoną w oparciu o dowody takie jak algorytmy, analizy funkcjonalne i wyniki poprzednich badań.

10.4.4.1. Takie dodatkowe demonstracje muszą w szczególności służyć wykazaniu w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu, że w ECU sterującej silnika zamontowano właściwy mechanizm zmniejszający moment obrotowy.

10.4.5. Badanie demonstracyjne systemu wymuszającego niskiego poziomu

10.4.5.1. Przedmiotowe badanie demonstracyjne rozpoczyna się w momencie aktywacji systemu ostrzegania lub, w stosownych przypadkach, systemu ostrzegania działającego w „trybie ciągłym” wskutek wykrycia błędu wybranego przez organ udzielający homologacji typu.

10.4.5.2. Podczas sprawdzania reakcji systemu na brak odczynnika w zbiorniku silnik pracuje do momentu, gdy dostępność odczynnika osiągnie wartość 2,5 % całkowitej znamionowej pojemności zbiornika lub wartość zadeklarowaną przez producenta zgodnie z pkt 6.3.1, przy której ma dojść do aktywacji systemu wymuszającego niskiego poziomu.

10.4.5.2.1. Za zgodą organu udzielającego homologacji typu producent może symulować ciągłą pracę przez pobieranie odczynnika ze zbiornika, kiedy silnik pracuje lub kiedy jest zatrzymany.

10.4.5.3. Przy sprawdzaniu reakcji systemu na błąd inny niż brak odczynnika w zbiorniku silnik musi pracować do momentu osiągnięcia odpowiedniej liczby godzin pracy wskazanej w tabeli 4.3 lub, wedle uznania producenta, do momentu osiągnięcia przez dany licznik wartości, przy której następuje aktywacja systemu wymuszającego niskiego poziomu.

10.4.5.4. Demonstrację systemu wymuszającego niskiego poziomu uznaje się za przeprowadzoną pomyślnie, jeżeli po zakończeniu każdego badania demonstracyjnego przeprowadzonego zgodnie z pkt 10.4.5.2 i 10.4.5.3 producent wykaże organowi udzielającemu homologacji typu, że ECU silnika aktywowała mechanizm zmniejszenia momentu obrotowego.

10.4.6. Badanie demonstracyjne systemu stanowczego wymuszania

10.4.6.1. Przedmiotowe badanie demonstracyjne należy rozpocząć w warunkach, w których wcześniej doszło do aktywacji systemu wymuszającego niskiego poziomu; badanie to można traktować jako kontynuację badań służących zademonstrowaniu aktywacji systemu wymuszającego niskiego poziomu.

10.4.6.2. Podczas sprawdzania reakcji systemu na brak odczynnika w zbiorniku silnik musi pracować do momentu, gdy zbiornik odczynnika zostanie opróżniony lub gdy poziom odczynnika osiągnie wartość niższą niż 2,5 % całkowitej znamionowej pojemności zbiornika, przy której, zgodnie z deklaracją producenta, ma dojść do aktywacji systemu stanowczego wymuszania.

10.4.6.2.1. Za zgodą organu udzielającego homologacji typu producent może symulować ciągłą pracę przez pobieranie odczynnika ze zbiornika, kiedy silnik pracuje lub kiedy jest zatrzymany.

▼B

10.4.6.3. Przy sprawdzaniu reakcji systemu na błąd inny niż brak odczynnika w zbiorniku silnik musi pracować do momentu osiągnięcia odpowiedniej liczby godzin pracy wskazanej w tabeli 4.4 lub, wedle uznania producenta, do momentu osiągnięcia przez dany licznik wartości, przy której następuje aktywacja systemu stanowczego wymuszania.

10.4.6.4. Demonstrację aktywacji systemu stanowczego wymuszania uznaje się za przeprowadzoną pomyślnie, jeżeli po zakończeniu każdego badania demonstracyjnego przeprowadzonego zgodnie z pkt 10.4.6.2 i 10.4.6.3 producent wykaże organowi udzielającemu homologacji typu, że doszło do aktywacji mechanizmu stanowczego wymuszania, o którym mowa w niniejszym dodatku.

10.4.7. Ewentualnie zgodnie z wymogami pkt 5.4 i 10.4.1.2 demonstracja aktywacji mechanizmów wymuszających może zostać przeprowadzona na kompletnej maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach zamontowanej na odpowiednim stanowisku badawczym lub jadącej po torze badawczym w warunkach kontrolowanych, jeżeli producent tak postanowi i uzyska na to zgodę organu udzielającego homologacji typu.

10.4.7.1. Maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach eksploatuje się do momentu osiągnięcia przez licznik powiązany z wybranym błędem odpowiedniej liczby godzin pracy wskazanej w tabeli 4.4 lub, w stosownych przypadkach, do momentu, gdy zbiornik zostanie opróżniony lub gdy poziom odczynnika osiągnie wartość niższą niż 2,5 % całkowitej znamionowej pojemności zbiornika, przy której, zgodnie ze wskazaniem producenta, powinno dojść do aktywacji systemu stanowczego wymuszania.

▼M2

10.5. Dokumentacja demonstracji

10.5.1. W sprawozdaniu z demonstracji należy udokumentować demonstrację układu NCD. Sprawozdanie musi:

a) określić zbadane błędy;

b) zawierać opis przeprowadzonej demonstracji, w tym właściwego cyklu badania;

c) potwierdzić, że odpowiednie ostrzeżenia i wymuszenia były aktywowane zgodnie z niniejszym rozporządzeniem; oraz

d) być ujęte w folderze informacyjnym, jak określono w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

11. **Opis mechanizmów aktywacji i dezaktywacji systemu ostrzegania operatora i systemu wymuszającego**

11.1 W celu uzupełnienia wymagań dotyczących mechanizmów aktywacji i dezaktywacji systemu ostrzegania operatora i systemu wymuszającego zawartych w sekcji 11 niniejszego dodatku określono wymagania techniczne w zakresie wdrażania takich mechanizmów aktywacji i dezaktywacji.

11.2. Mechanizmy aktywacji i dezaktywacji systemu ostrzegania

11.2.1. System ostrzegania operatora zostaje aktywowany w przypadku, gdy diagnostyczny kod błędu (DTC) związany z nieprawidłowym funkcjonowaniem kontroli emisji NOx uzasadniającym jego aktywację zostanie opatrzony statusem określonym w tabeli 4.2.

▼B

Tabela 4.2

Aktywacja systemu ostrzegania operatora

Typ błędu	Status DTC aktywujący system ostrzegania
Niska jakość odczynnika	potwierdzony i aktywny
Przerwa w dozowaniu	potwierdzony i aktywny
Zablokowany zawór EGR	potwierdzony i aktywny
Awaria układu monitorującego	potwierdzony i aktywny
Próg NO_x, w stosownych przypadkach	potwierdzony i aktywny

11.2.2. System ostrzegania operatora dezaktywuje się po ustaleniu przez system diagnostyczny, że awaria, która doprowadziła do wystosowania ostrzeżenia, już nie występuje, lub po usunięciu za pomocą narzędzia skanującego odpowiednich informacji, w tym diagnostycznych kodów błędów związanych z błędami uzasadniającymi jego aktywowanie.

11.2.2.1. Wymogi, które należy spełnić, aby usunąć „informacje o kontroli NO_x”

11.2.2.1.1. Usuwanie/przywracanie ustawień „informacji o kontroli NO_x” za pomocą narzędzia skanującego

Na żądanie narzędzia skanującego następujące dane są usuwane z pamięci komputera lub przywracane do wartości określonych w niniejszym dodatku (zob. tabela 4.3).

Tabela 4.3

Usuwanie/przywracanie ustawień „informacji o kontroli NO_x” za pomocą narzędzia skanującego

Informacja o kontroli NO_x	Usuwalna	Możliwa do przywrócenia
Wszystkie DTC	X	
Wartość licznika odpowiadająca największej liczbie godzin pracy silnika		X
Liczba godzin pracy silnika ustalona w oparciu o informacje zebrane z liczników NCD		X

11.2.2.1.2. Informacje o kontroli NO_x nie mogą zostać usunięte poprzez rozłączenie akumulatora(-ów) maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

11.2.2.1.3. Usuwanie „informacji o kontroli NO_x” jest możliwe wyłącznie w warunkach „wyłączonego silnika”.

▼B

11.2.2.1.4. Po usunięciu „informacji o kontroli NO_x”, w tym DTC, nie można usunąć żadnego licznika powiązanego z tymi błędami i wymienionego w niniejszym dodatku; ustawienia takiego licznika można jedynie przywrócić do wartości określonej w odpowiedniej sekcji niniejszego dodatku.

11.3. Mechanizm aktywacji i dezaktywacji systemu wymuszającego

11.3.1. System wymuszający aktywuje się, jeżeli system ostrzegania jest już uruchomiony, a licznik związany z typem NCM uzasadniającym jego aktywację osiąga wartość podaną w tabeli 4.4.

11.3.2. System wymuszający dezaktywuje się w momencie, gdy nie wykrywa już awarii uzasadniającej jego aktywację, lub gdy informacje, w tym diagnostyczne kody błędów związane z przypadkami nieprawidłowego funkcjonowania kontroli emisji Nox uzasadniającymi aktywację systemu, zostaną skasowane za pomocą narzędzia skanującego lub konserwacyjnego.

11.3.3. Aktywacja lub dezaktywacja systemu ostrzegania operatora lub, w stosownych przypadkach, systemu wymuszającego, musi odbywać się zgodnie z przepisami sekcji 6 niniejszego załącznika po sprawdzeniu ilości odczynnika w zbiorniku odczynnika. W takim przypadku uruchomienie mechanizmów aktywacji lub dezaktywacji nie może być uzależnione od statusu jakiegokolwiek powiązanego diagnostycznego kodu błędu.

11.4. Mechanizm licznika

11.4.1. Uwagi ogólne

▼M2

11.4.1.1. Aby system mógł zostać uznany za zgodny z wymogami niniejszego dodatku, musi być wyposażony w liczniki rejestrujące liczbę godzin pracy silnika przy jednoczesnym wykryciu przez system któregokolwiek z następujących NCM:

a) niewłaściwej jakości odczynnika;

b) przerwania dozowania odczynnika;

c) blokady zaworu EGR;

d) błędu układu NCD.

11.4.1.1.1. Producent może ustanowić jeden lub większą liczbę liczników dla NCM, o których mowa w pkt 11.4.1.1.

▼B

11.4.1.2. Każdy z liczników odlicza do maksymalnej wartości określonej w 2-bajtowym liczniku z rozdzielczością 1 godziny i zachowuje tę wartość, chyba że spełnione zostały warunki umożliwiające wyzerowanie licznika.

11.4.1.3. Producent może zastosować jeden lub większą liczbę liczników układu NCD. Pojedynczy licznik może kumulować liczbę godzin, w których mają miejsce dwie lub większa liczba awarii właściwych dla danego typu licznika, gdy żaden z tych przypadków nie utrzymuje się w czasie wskazywanym przez pojedynczy licznik.

11.4.1.3.1. Jeżeli producent stosuje więcej niż jeden licznik układu NCD, układ musi być w stanie przypisać dany licznik układu monitorującego do każdej awarii uznanej za właściwą dla danego typu licznika zgodnie z niniejszym dodatkiem.

▼B

11.4.2. Zasada mechanizmu liczników

11.4.2.1. Każdy z liczników działa w następujący sposób:

11.4.2.1.1. Rozpoczynając od zera, licznik zaczyna liczyć natychmiast po wykryciu awarii właściwej dla danego licznika, w przypadku której odpowiadający jej diagnostyczny kod błędu został opatrzony statusem opisanym w tabeli 4.2.

11.4.2.1.2. W przypadku powtarzających się błędów zastosowanie ma jeden z poniższych przepisów, wedle uznania producenta.

a) Licznik zatrzymuje się i zachowuje bieżącą wartość, jeżeli wystąpi pojedyncze zdarzenie w trakcie monitorowania, a awaria, która pierwotnie doprowadziła do aktywacji licznika, nie jest już wykrywana, bądź jeżeli błąd został usunięty za pomocą narzędzia skanującego lub konserwacyjnego. Jeżeli licznik zatrzymuje się w momencie, gdy system stanowczego wymuszania jest aktywny, należy go zablokować na wartości określonej w tabeli 4.4 lub na wartości wyższej lub równej wartości licznika dla stanowczego wymuszenia pomniejszonej o 30 minut.

b) Licznik zostaje zablokowany na wartości zdefiniowanej w tabeli 4.4 lub na wartości wyższej lub równej wartości licznika dla stanowczego wymuszenia pomniejszonej o 30 minut.

11.4.2.1.3. W przypadku pojedynczego licznika układu monitorującego licznik kontynuuje liczenie, jeżeli wykryto NCM właściwą dla danego licznika, a odpowiadający temu nieprawidłowemu funkcjonowaniu diagnostyczny kod błędu (DTC) ma status „potwierdzony i aktywny”. Licznik zatrzymuje się i zachowuje jedną z wartości określonych w pkt 11.4.2.1.2, jeżeli nie wykryto żadnej NCM uzasadniającej aktywację licznika, bądź jeżeli wszystkie błędy właściwe dla tego licznika zostały usunięte za pomocą narzędzia skanującego lub konserwacyjnego.

Tabela 4.4

Liczniki i wymuszanie

	Status DTC powodujący pierwszą aktywację licznika	Wartość licznika dla wymuszenia niskiego poziomu	Wartość licznika dla stanowczego wymuszenia	Zablokowana wartość przechowywana przez licznik
Licznik jakości odczynnika	potwierdzony i aktywny	≤ 10 godzin	≤ 20 godzin	≥ 90 % wartości licznika dla stanowczego wymuszenia
Licznik dozowania	potwierdzony i aktywny	≤ 10 godzin	≤ 20 godzin	≥ 90 % wartości licznika dla stanowczego wymuszenia
Licznik zaworu EGR	potwierdzony i aktywny	≤ 36 godzin	≤ 100 godzin	≥ 95 % wartości licznika dla stanowczego wymuszenia
Licznik systemu monitorowania	potwierdzony i aktywny	≤ 36 godzin	≤ 100 godzin	≥ 95 % wartości licznika dla stanowczego wymuszenia
Próg NO_x, w stosownych przypadkach	potwierdzony i aktywny	≤ 10 godzin	≤ 20 godzin	≥ 90 % wartości licznika dla stanowczego wymuszenia

▼M3

11.4.2.1.4. Po zablokowaniu licznik zostaje wyzerowany, jeśli układy monitorujące istotne dla takiego licznika wykonały co najmniej raz pełny cykl monitorowania bez wykrycia nieprawidłowego działania oraz jeśli

▼M3

w ciągu co najmniej 36 godzin czasu pracy silnika od ostatniego zatrzymania licznika nie wykryto żadnego nieprawidłowego działania istotnego dla takiego licznika (zob. rys. 4.4).

▼B

11.4.2.1.5. Licznik kontynuuje liczenie od punktu, w którym został zatrzymany, jeżeli w okresie, w którym licznik jest zablokowany, dojdzie do wykrycia awarii właściwej dla danego licznika (zob. rys. 4.4).

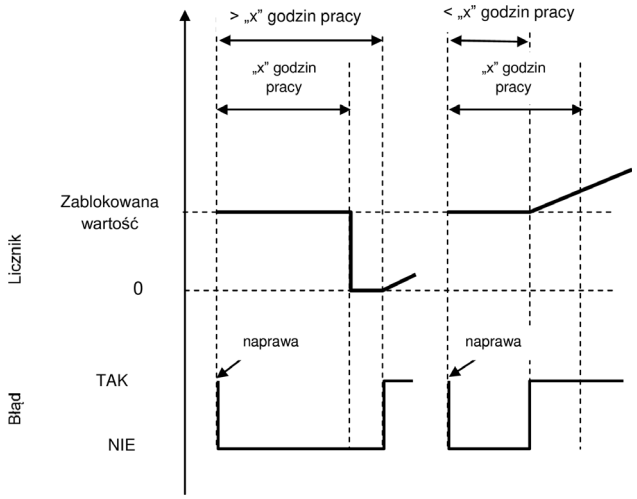
12. **Ilustracja mechanizmów aktywacji i dezaktywacji oraz mechanizmów licznika**

12.1. W przedmiotowej sekcji 12 przedstawiono mechanizmy aktywacji i dezaktywacji oraz mechanizmy licznika stosowane w niektórych typowych przypadkach. Rysunki i opisy przedstawione w pkt 12.2, 12.3 i 12.4 pełnią wyłącznie funkcje ilustracyjne w tym dodatku i nie należy traktować ich jako przykładowych sposobów spełniania wymogów niniejszego rozporządzenia ani jako wiążących twierdzeń dotyczących danych procesów. Naliczone godziny na rys. 4.6 i 4.7 odnoszą się do maksymalnych wartości stanowczego wymuszenia w tabeli 4.4. Na przykład dla uproszczenia na przedstawionych ilustracjach nie zaznaczono faktu, że system ostrzegania jest również aktywny, gdy jest aktywny system wymuszający.

▼M3

Rysunek 4.4

Ponowna aktywacja i wyzerowanie licznika po okresie, w którym jego wartość była zablokowana



Gdzie „x” oznacza co najmniej 36 godzin czasu pracy

▼B

12.2. Na rys. 4.5 przedstawiono działanie mechanizmów aktywacji i dezaktywacji podczas monitorowania dostępności odczynnika w czterech przypadkach:

a) przypadek użytkowania 1: pomimo ostrzeżenia operator kontynuuje użytkowanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach do momentu jej zablokowania;

▼B

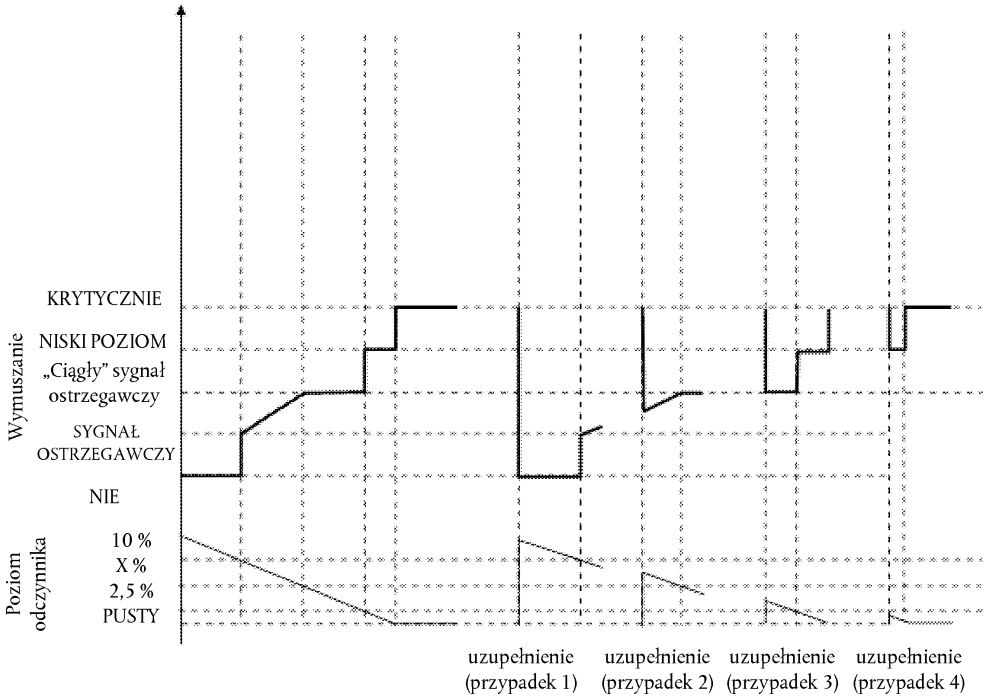
b) przypadek uzupełnienia 1 („odpowiednie” uzupełnienie): operator uzupełnia zawartość zbiornika odczynnika w taki sposób, że osiągnięty zostaje poziom powyżej progu 10 %. Następuje dezaktywacja systemu ostrzegania i systemu wymuszającego;

c) przypadki uzupełnienia 2 i 3 („nieodpowiednie” uzupełnienie): następuje aktywacja systemu ostrzegania. Poziom ostrzeżenia zależy od ilości dostępnego odczynnika;

d) przypadek uzupełnienia 4 („bardzo nieodpowiednie” uzupełnienie): natychmiastowa aktywacja systemu wymuszającego niskiego poziomu.

Rysunek 4.5

Dostępność odczynnika



12.3. Na rys. 4.6 przedstawiono trzy przypadki zastosowania niewłaściwej jakości odczynnika:

a) przypadek użytkowania 1: pomimo ostrzeżenia operator kontynuuje użytkowanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach do momentu jej zablokowania;

b) przypadek naprawy 1 („nieprawidłowa” lub „nierzetelna” naprawa): po zablokowaniu działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach operator zmienia odczynnik na odczynnik lepszej jakości, ale wkrótce potem zmienia go ponownie na odczynnik gorszej jakości. Następuje natychmiastowa ponowna aktywacja systemu wymuszającego, a działanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach zostaje zablokowane po dwóch godzinach pracy silnika;

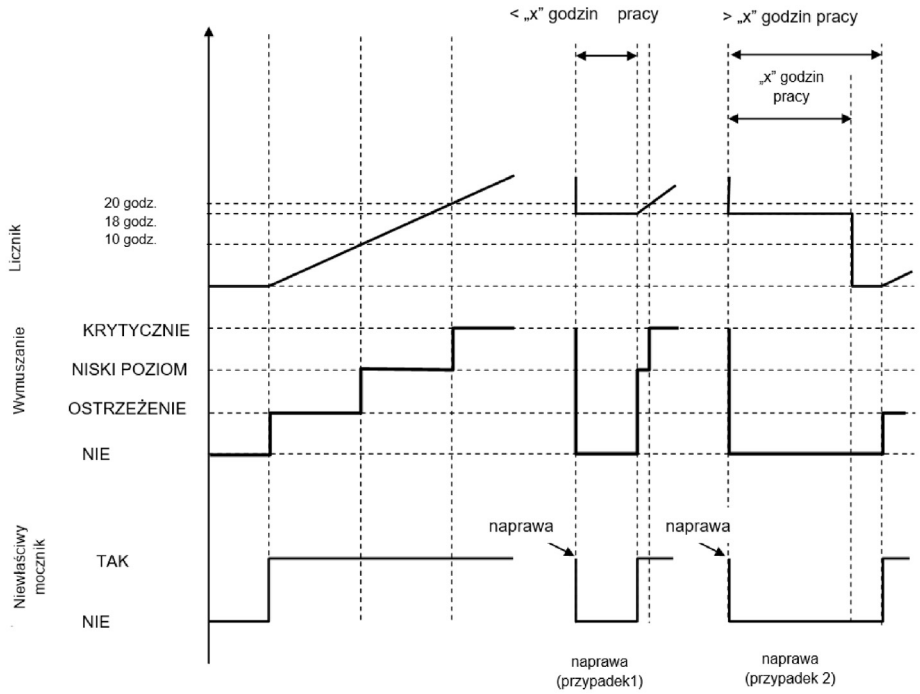
▼B

c) przypadek naprawy 2 („prawidłowa” naprawa): po zablokowaniu działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach operator poprawia jakość odczynnika. Po pewnym czasie ponownie uzupełnia jednak zbiornik odczynnikiem niskiej jakości. Procesy ostrzegania, wymuszania i liczenia rozpoczynają się ponownie od zera.

▼M3

Rysunek 4.6

Uzupełnienie odczynnikiem niskiej jakości



Gdzie „x” oznacza co najmniej 36 godzin czasu pracy

▼B

12.4. Na rys. 4.7 przedstawiono trzy przypadki wystąpienia błędu układu dozowania mocznika. Zilustrowano na nim również procedurę mającą zastosowanie w przypadku wykrycia błędów monitorowania opisanych w sekcji 9.

a) przypadek użytkowania 1: pomimo ostrzeżenia operator kontynuuje użytkowanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach do momentu jej zablokowania;

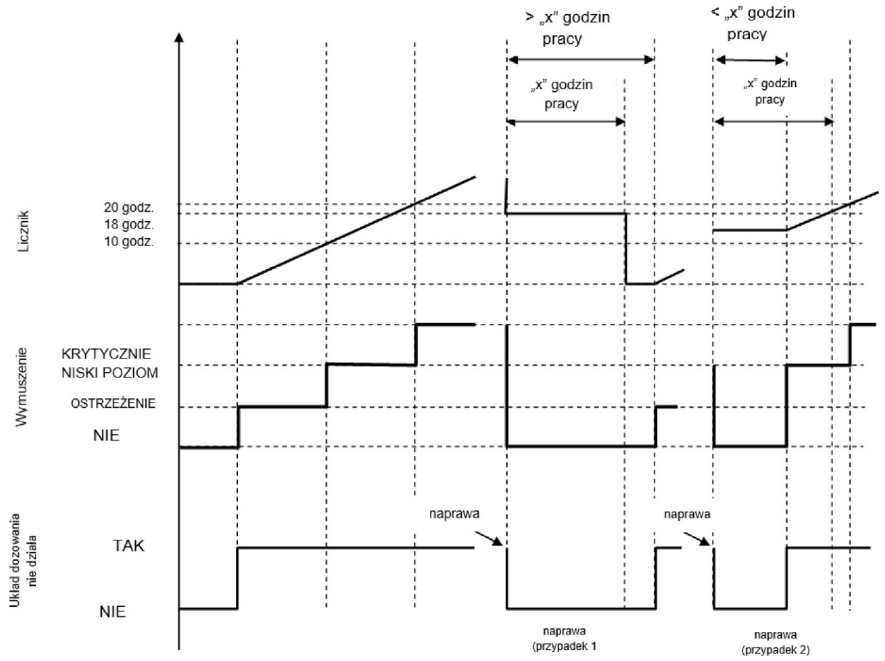
b) przypadek naprawy 1 („prawidłowa” naprawa): po zablokowaniu działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach operator naprawia układ dozowania. Jednak po pewnym czasie błąd układu dozowania powtarza się. Procesy ostrzegania, wymuszania i liczenia rozpoczynają się ponownie od zera;

c) przypadek naprawy 2 („nieprawidłowa” naprawa): w czasie działania systemu wymuszającego niskiego poziomu (zmniejszenie momentu obrotowego) operator naprawia układ dozowania. Jednak wkrótce potem błąd układu dozowania powtarza się. Następuje natychmiastowa ponowna aktywacja systemu wymuszającego niskiego poziomu, a licznik ponownie rozpoczyna liczenie od wartości, którą wskazywał w czasie naprawy.

▼M3

Rysunek 4.7

Błąd układu dozowania odczynnika



Gdzie „x” oznacza co najmniej 36 godzin czasu pracy

▼B

13. **Wykazanie minimalnego dopuszczalnego stężenia odczynnika CD_{min}**

13.1. Podczas homologacji typu UE producent musi wykazać prawidłową wartość CD_{min}, przeprowadzając NRTC w cyklu gorącego rozruchu dla silników należących do podkategorii NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5, NRE-v-6 oraz mający zastosowanie cykl badania NRSC dla wszystkich innych kategorii z użyciem odczynnika o stężeniu CD_{min}.

13.2. Badanie przeprowadza się po zakończeniu odpowiednich cykli NCD lub określonego przez producenta cyklu kondycjonowania wstępnego, co umożliwia układowi kontroli NO_x o zamkniętej pętli dostosowanie się do jakości odczynnika o stężeniu CD_{min}.

▼M2

13.3. Emisje zanieczyszczeń uzyskane w wyniku tego badania nie mogą przekraczać progu NO_x określonego w pkt 7.1.1.

13.4. Dokumentacja demonstracji

13.4.1. W sprawozdaniu z demonstracji należy udokumentować wykazanie minimalnego dopuszczalnego stężenia odczynnika. Sprawozdanie musi:

a) określić zbadane błędy;

b) zawierać opis przeprowadzonej demonstracji, w tym właściwego cyklu badania;

c) potwierdzić, że emisje zanieczyszczeń wynikające z tej demonstracji nie przekroczyły progu NO_x określonego w pkt 7.1.1;

d) być ujęte w folderze informacyjnym, jak określono w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

Dodatek 2

Dodatkowe wymogi techniczne dotyczące środków kontroli NO_x dla silników kategorii IWP, IWA i RLR, w tym metody służące wykazaniu korzystania z tych strategii

1. **Wprowadzenie**

W przedmiotowym dodatku ustanowiono dodatkowe wymogi służące zapewnieniu prawidłowego funkcjonowania środków kontroli NO_x stosowanych w odniesieniu do silników kategorii IWP, IWA i RLR.

▼M2

2. **Wymogi ogólne**

Wymogi dodatku 1 stosuje się do silników objętych zakresem niniejszego dodatku, z wyjątkiem przypadków określonych w pkt 3 i 4 niniejszego dodatku.

3. **Odstępstwa od wymogów ustanowionych w dodatku 1**

Aby uwzględnić obawy dotyczące bezpieczeństwa, systemu wymuszającego określonego w pkt 5 i 11.3 dodatku 1 nie stosuje się do silników objętych zakresem niniejszego dodatku. Obowiązek przechowywania danych w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego określony w pkt 4 niniejszego dodatku stosuje się w każdym przypadku, gdy wymuszanie byłoby aktywowane zgodnie z pkt 2.3.2.3.2, 6.3, 7.3, 8.4 i 9.4 dodatku 1.

4. **Wymóg przechowywania informacji o przypadkach pracy silnika przy niewłaściwym wtrysku odczynnika lub niewłaściwej jakości odczynnika.**

4.1. Rejestr zdarzeń komputera pokładowego musi zapisywać łączną liczbę i czas trwania wszystkich przypadków pracy silnika przy niewłaściwym wtrysku odczynnika lub niewłaściwej jakości odczynnika w pamięci trwałej komputera lub w licznikach w taki sposób, aby uniemożliwić celowe usunięcie tych informacji.

4.1.1. Krajowe organy inspekcji muszą mieć możliwość odczytania tych zapisów za pomocą narzędzia skanującego.

4.1.2. Opis połączenia i metody odczytu tych zapisów należy ująć w folderze informacyjnym określonym w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

4.2. Czas trwania zdarzenia polegającego na niewystarczającym poziomie odczynnika zapisanego w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego, jak określono w pkt 4.1, zamiast wymuszenia zgodnie z pkt 6.3 dodatku 1, rozpoczyna bieg w momencie opróżnienia zbiornika odczynnika, tj. w momencie, w którym układ dozowania nie będzie w stanie pobierać odczynnika ze zbiornika lub – w zależności od decyzji producenta – w momencie, gdy poziom odczynnika w zbiorniku będzie niższy niż 2,5 % jego znamionowej całkowitej pojemności.

4.3. Czas trwania zdarzenia zapisanego w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego, jak określono w pkt 4.1, zamiast wymuszenia określonego w pkt 6.3, 7.3, 8.4 i 9.4 dodatku 1 rozpoczyna bieg z chwilą, w której odpowiedni licznik wskaże wartość dla stanowczego wymuszenia przedstawioną w tabeli 4.4 w dodatku 1.

4.4. Czas trwania zdarzenia zapisanego w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego, jak określono w pkt 4.1, zamiast wymuszenia określonego w pkt 2.3.2.3.2 dodatku 1, rozpoczyna się z chwilą, w której rozpoczęłoby się wymuszanie.

▼**M2**

4.5. Czas trwania zdarzenia zapisanego w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego, jak określono w pkt 4.1 dobiega końca w momencie usunięcia przyczyny wystąpienia tego zdarzenia.

4.6. Dokonując wykazania zgodnie z sekcją 10.4 dodatku 1, dokonuje się go zgodnie z wymogami mającymi zastosowanie do wykazania istnienia systemu stanowczego wymuszania, ale wykazanie istnienia systemu stanowczego wymuszania zastępuje się wykazaniem przechowywania informacji o przypadkach pracy silnika przy niewłaściwym wtrysku odczynnika lub niewłaściwej jakości odczynnika.

▼B

Dodatek 3

Dodatkowe wymogi techniczne dotyczące środków kontroli NO_x dla silników kategorii RLL

1. **Wprowadzenie**

W niniejszym dodatku ustanowiono dodatkowe wymogi służące zapewnieniu prawidłowego funkcjonowania środków kontroli NO_x stosowanych w odniesieniu do silników kategorii RLL. Przedstawiono w nim wymogi dla silników, które wykorzystują odczynnik do ograniczania poziomu emisji. Wydanie homologacji typu UE jest uzależnione od zastosowania właściwych przepisów dotyczących instrukcji obsługi, dokumentów związanych z montażem i systemu ostrzegania operatora określonych w niniejszym dodatku.

2. **Wymagane informacje**

2.1. Producent przedstawia informacje w pełni opisujące funkcjonalne właściwości operacyjne środków kontroli NO_x zgodnie z pkt 1.5 w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

2.2. Jeżeli układ sterowania emisją wymaga użycia odczynnika, wówczas producent musi podać właściwości takiego odczynnika, w tym jego rodzaj, stężenie, jeżeli odczynnik występuje w postaci roztworu, temperaturę roboczą oraz odniesienia do międzynarodowych norm w zakresie składu i jakości, w dokumencie informacyjnym określonym w dodatku 3 do załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

3. **Dostępność odczynnika i system ostrzegania operatora**

W przypadku wykorzystania odczynnika homologacji typu UE udziela się pod warunkiem przedstawienia wskaźników lub innych odpowiednich danych, stosownie do konfiguracji maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, dostarczających operatorowi informacji o:

a) ilości odczynnika, jaka pozostała w zbiorniku, oraz specjalnym sygnale dodatkowym wysyłanym w momencie, gdy poziom odczynnika spadnie poniżej 10 % całkowitej pojemności zbiornika;

b) przypadkach, w których doszło do całkowitego lub prawie całkowitego opróżnienia zbiornika odczynnika;

c) przypadkach niezgodności odczynnika znajdującego się w zbiorniku z właściwościami określonymi i zapisanymi w dokumencie informacyjnym ustanowionym w dodatku 3 do załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 zgodnie ze wskazaniami zamontowanego przyrządu pomiarowego;

d) w przerwie w dozowaniu odczynnika, innej niż przerwa wywołana przez elektroniczną jednostkę sterującą silnika lub układ regulujący dozowanie w odpowiedzi na warunki eksploatacji silnika, w których nie jest wymagane dozowanie, pod warunkiem, że informacja o takich warunkach eksploatacji została udostępniona organowi udzielającemu homologacji typu.

4. **Jakość odczynnika**

Wymagania w zakresie zgodności odczynnika z deklarowanymi parametrami oraz powiązanej tolerancji emisji NO_x spełniane są w jeden z poniższych sposobów, wedle uznania producenta:

a) za pomocą środków bezpośrednich, takich jak czujnik jakości odczynnika;

▼B

b) za pomocą środków pośrednich, takich jak zastosowanie czujnika NO_x w układzie spalin, pozwalającego określić skuteczność odczynnika;

c) za pomocą innych środków, pod warunkiem że ich skuteczność jest co najmniej taka jak w przypadku środków, o których mowa w lit. a) lub b), i spełnione są najważniejsze wymagania określone w niniejszej sekcji 4.

▼B

Dodatek 4

Wymogi techniczne dotyczące środków kontroli cząstek stałych, w tym metody przedstawienia przedmiotowych środków

1. **Wprowadzenie**

W niniejszym dodatku ustanowiono wymogi służące zapewnieniu prawidłowego funkcjonowania środków kontroli cząstek stałych.

2. **Wymogi ogólne**

Silnik należy wyposażyć w układ diagnostyki kontroli cząstek stałych (PCD) zdolny do wykrywania awarii układu filtra cząstek stałych, o którym mowa w niniejszym załączniku. Wszystkie silniki omówione w niniejszej sekcji 2 muszą być projektowane, budowane i montowane w sposób umożliwiający spełnianie takich wymagań przez cały zwykły okres eksploatacji silnika w zwykłych warunkach użytkowania. Aby umożliwić osiągnięcie tego celu, dopuszcza się, by silniki używane dłużej niż przez okres trwałości emisji przewidziany w załączniku V do rozporządzenia (UE) 2016/1628 wykazywały pewne obniżenie skuteczności i czułości układu PCD.

2.1. Wymagane informacje

2.1.1. Jeżeli układ sterowania emisją wymaga użycia odczynnika np. katalizatora dodawanego do paliwa, wówczas producent musi podać właściwości takiego odczynnika, w tym jego rodzaj, stężenie, jeżeli odczynnik występuje w postaci roztworu, temperaturę roboczą oraz odniesienia do międzynarodowych norm w zakresie składu i jakości, w dokumencie informacyjnym określonym w dodatku 3 do załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

2.1.2. Składając wniosek o udzielenie homologacji typu UE, organowi udzielającemu homologacji typu przedstawia się szczegółowe informacje na piśmie zawierające pełen opis charakterystyki funkcjonalnej i operacyjnej systemu ostrzegania operatora w sekcji 4.

2.1.3. Producent musi przedłożyć dokumenty związane z montażem, które, jeżeli zostaną wykorzystane przez producenta oryginalnego sprzętu, zagwarantują, że po jego zamontowaniu w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach silnik wraz z układem sterowania emisją stanowiącym część homologowanego typu silnika lub homologowanej rodziny silników będzie pracował, w połączeniu z niezbędnymi częściami maszyny, w sposób zgodny z wymaganiami niniejszego załącznika. Wspomniana dokumentacja musi zawierać szczegółowe wymogi techniczne i przepisy dotyczące silnika (oprogramowania, osprzętu i sposobów komunikacji) niezbędne do prawidłowego montażu silnika w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach.

2.2. Warunki eksploatacji

▼M2

2.2.1. Układ PCD musi co najmniej działać w mających zastosowanie warunkach kontroli określonych w pkt 2.4 załącznika IV dla każdej kategorii silników. Układ diagnostyczny musi działać poza tym zakresem, jeśli jest to technicznie możliwie.

▼B

2.3. Wymogi diagnostyczne

2.3.1. Układ PCD musi umożliwiać wykrycie awarii kontroli cząstek stałych (PCM), o których mowa w niniejszym załączniku, za pomocą diagnostycznych kodów błędu (DTC) przechowywanych w pamięci komputera, jak również przekazanie odpowiednich informacji w tym zakresie na zewnątrz na żądanie.

▼B

2.3.2. Wymogi dotyczące zapisywania diagnostycznych kodów błędu (DTC)

2.3.2.1. Układ PCD zapisuje DTC dla każdego odrębnego przypadku wystąpienia PCM.

2.3.2.2. W okresie pracy silnika określonym w tabeli 4.5 układ PCD ustala, czy doszło do wykrywalnej awarii. Następnie „potwierdzony i aktywny" DTC jest zapisywany, a system ostrzegania zostaje aktywowany zgodnie z sekcją 4.

▼M2

2.3.2.3. Jeżeli czujniki wymagają dłuższego okresu pracy wskazanego w tabeli 4.5, by poprawnie wykryć i potwierdzić PCM (np. czujniki wykorzystujące modele statystyczne lub powiązane ze zużyciem płynów w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach), organ udzielający homologacji typu może dopuścić dłuższy okres monitorowania, pod warunkiem że producent uzasadni potrzebę zastosowania dłuższego okresu (np. w oparciu o analizę techniczną, wyniki badań, własne doświadczenia itp.).

▼B

Tabela 4.5

Typy czujników i odpowiedni okres przechowywania „potwierdzonego i aktywnego" DTC

Typ czujnika	Okres zakumulowanego czasu pracy, w ramach którego przechowuje się „potwierdzone i aktywne" DTC
Usunięcie układu filtra cząstek stałych	60 minut pracy silnika pod obciążeniem
Zaprzestanie funkcjonowania układu filtra cząstek stałych	240 minut pracy silnika pod obciążeniem
Awarie układu PCD	60 minut pracy silnika

2.3.3. Wymogi dotyczące usuwania diagnostycznych kodów błędu (DTC):

a) układ PCD nie może sam usunąć DTC z pamięci komputera, dopóki usterka, której dotyczył dany DTC, nie zostanie usunięta;

b) układ PCD może usunąć wszystkie DTC po otrzymaniu sygnału z własnego narzędzia skanującego lub narzędzia konserwacyjnego dostarczanego na żądanie przez producenta silnika lub poprzez zastosowanie kodu przekazanego przez producenta silnika;

c) nie można usunąć zapisu zdarzeń z potwierdzonym i aktywnym DTC, które przechowuje się w pamięci trwałej zgodnie z wymogami określonymi w pkt 5.2.

2.3.4. Układ PCD nie może zostać zaprogramowany lub inaczej skonstruowany w taki sposób, by uległ częściowej lub całkowitej dezaktywacji po osiągnięciu przez maszynę mobilną nieporuszającą się po drogach określonego wieku, podczas gdy silnik będzie w dalszym ciągu znajdował się w eksploatacji; układ nie może również zawierać algorytmów lub strategii mających na celu zmniejszenie jego skuteczności po pewnym czasie.

2.3.5. Wszystkie kody komputerowe i parametry pracy układu PCD, które można przeprogramować, muszą być odporne na ingerencję osób niepowołanych.

▼B

2.3.6. Rodzina silników PCD

Producent jest odpowiedzialny za określenie składu rodziny silników PCD. Grupowanie silników w ramach rodziny silników PCD opiera się na właściwej ocenie technicznej i podlega zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu.

Silniki nienależące do tej samej rodziny silników mogą mimo to należeć do tej samej rodziny silników PCD.

2.3.6.1. Parametry określające rodzinę silników PCD

Rodzina silników PCD cechuje się podstawowymi parametrami konstrukcyjnymi, które muszą być wspólne dla silników należących do tej rodziny.

Aby silniki mogły zostać uznane za należące do tej samej rodziny silników PCD, powinny one charakteryzować się podobnymi podstawowymi parametrami, które wymieniono poniżej:

a) zasada działania układu filtra cząstek stałych (np. mechaniczna, aerodynamiczna, dyfuzyjna, inercyjna, poddawana regeneracji okresowej, poddawana regeneracji ciągłej itd.);

b) metody monitorowania PCD;

c) kryteria monitorowania PCD;

d) parametry monitorowania (np. częstotliwość).

Producent wykazuje podobieństwo tych parametrów poprzez odpowiednią demonstrację techniczną lub inne właściwe procedury i podlega ono zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu.

Producent może wystąpić o zatwierdzenie przez organ udzielający homologacji drobnych różnic w metodach monitorowania/diagnozowania układu monitorowania PCD wynikających ze zmian w konfiguracji silnika, gdy metody te są uważane za podobne przez producenta i różnią się tylko w zakresie, w jakim jest to niezbędne, aby były dostosowane do określonych właściwości danych części (np. rozmiar, przepływ w układzie wydechowym itd.); lub ich podobieństwo zostało stwierdzone w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

3. **Wymogi dotyczące konserwacji**

▼M2

3.1. Producent oryginalnego sprzętu dostarcza wszystkim użytkownikom końcowym nowych maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach pisemne instrukcje dotyczące układu kontroli emisji i jego prawidłowej pracy zgodnie z wymogami określonymi w załączniku XV.

▼B

4. **System ostrzegania operatora**

4.1. Maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach musi być wyposażona w system ostrzegania operatora wykorzystujący wizualne sygnały ostrzegawcze.

4.2. System ostrzegania operatora musi składać się z jednej lub większej liczby lampek lub może wyświetlać krótkie komunikaty.

System wykorzystywany do wyświetlania komunikatów może być tym samym systemem, co system wykorzystywany do innych celów konserwacji lub celów NCD.

▼B

System ostrzegania musi wskazywać konieczność podjęcia pilnych działań naprawczych. Jeżeli system ostrzegania jest wyposażony w układ wyświetlania komunikatów, wyświetlany jest komunikat wskazujący przyczynę wystosowania ostrzeżenia (np. „czujnik odłączony” lub „krytyczny błąd emisji”).

4.3. Zależnie od decyzji producenta system ostrzegania może również obejmować sygnał dźwiękowy ostrzegający operatora. Dopuszcza się wyłączenie sygnału dźwiękowego przez operatora.

4.4. System ostrzegania operatora aktywuje się w sposób przewidziany w pkt 2.3.2.2.

4.5. System ostrzegania operatora dezaktywuje się w momencie ustania warunków uzasadniających jego aktywację. System ostrzegania operatora nie dezaktywuje się automatycznie, jeżeli przyczyna jego aktywacji nie zostanie usunięta.

4.6. Działanie systemu ostrzegania może zostać tymczasowo przerwane w celu wyemitowania innych sygnałów ostrzegawczych przekazujących ważne komunikaty dotyczące bezpieczeństwa.

4.7. We wniosku o udzielenie homologacji typu UE na podstawie rozporządzenia (UE) 2016/1628, producent musi wykazać, że system ostrzegania operatora działa w sposób opisany w sekcji 9.

5. **Układ przechowywania informacji na temat aktywacji systemu ostrzegania operatora**

5.1 Układ PCD musi być wyposażony w pamięć trwałą komputera lub liczniki do przechowywania przypadków pracy silnika wraz z potwierdzonym i aktywnym DTC w taki sposób, aby uniemożliwić celowe usunięcie tych informacji.

5.2 PCD przechowuje w pamięci trwałej komputera łączną liczbę i czas trwania wszystkich przypadków pracy silnika wraz z potwierdzonym i aktywnym DTC, jeżeli system ostrzegania operatora był włączony przez 20 godzin pracy silnika lub przez krótszy okres zgodnie z wyborem producenta.

5.2 Organy krajowe powinny mieć możliwość odczytania tych zapisów za pomocą narzędzia skanującego.

▼M2

5.4. Opis połączenia i metody odczytu tych zapisów, należy ująć w folderze informacyjnym określonym w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

6. **Monitorowanie usunięcia układu filtra cząstek stałych**

▼M2

6.1. Układ PCD wykrywa całkowite usunięcie układu filtra cząstek stałych oraz usunięcie wszelkich czujników wykorzystywanych do monitorowania, aktywowania, dezaktywowania lub modulacji jego działania.

▼B

7. **Dodatkowe wymogi w przypadku układu filtra cząstek stałych, który wykorzystuje odczynniki (np. katalizator dodawany do paliwa)**

7.1 W przypadku potwierdzonego i aktywnego DTC w odniesieniu do usunięcia układu filtra cząstek stałych lub utraty funkcji układu filtra cząstek stałych należy niezwłocznie przerwać dozowanie odczynnika. Dozowanie należy wznowić, gdy DTC przestanie być aktywny.

7.2 System ostrzegania należy aktywować, jeżeli poziom odczynnika w dodatkowym zbiorniku spadnie poniżej minimalnej wartości określonej przez producenta.

▼B

8. **Monitorowanie błędów mogących wynikać z ingerencji osób niepowołanych**

8.1. Oprócz monitorowania usunięcia układu filtra cząstek stałych monitoruje się następujące błędy, ponieważ mogą być one spowodowane ingerencją osób niepowołanych:

a) zaprzestanie funkcjonowania układu filtra cząstek stałych;

b) awarie układu PCD opisane w pkt 8.3.

8.2 Monitorowanie zaprzestania funkcjonowania układu filtra cząstek stałych

PCD wykrywa całkowite usunięcie nośnika układu filtra cząstek stałych („pusty zbiornik”). W takim przypadku obudowa i czujniki układu filtra cząstek stałych wykorzystywane do monitorowania, aktywowania, dezaktywowania lub modulacji jego działania nadal są obecne.

8.3. Monitorowanie awarii układu PCD

8.3.1. Układ PCD monitoruje się pod kątem awarii elektrycznych oraz w celu usunięcia lub dezaktywacji ewentualnego czujnika lub siłownika uniemożliwiającego układowi diagnozowanie jakichkolwiek innych błędów wymienionych w pkt 6.1 i 8.1 lit. a) (monitorowanie części).

Niewyczerpujący wykaz czujników wpływających na zdolność diagnostyczną obejmuje czujniki dokonujące bezpośredniego pomiaru różnicy stężeń w układzie filtra cząstek stałych, czujniki temperatury gazów spalinowych służące do kontrolowania regeneracji układu filtra cząstek stałych.

8.3.2. Jeżeli awaria, usunięcie lub dezaktywacja pojedynczego czujnika lub siłownika układu PCD nie uniemożliwi diagnozowania w wymaganym okresie błędów wymienionych w pkt 6.1 i 8.1 lit. a) (układ nadliczbowy), aktywacja systemu ostrzegania i przechowywanie informacji na temat aktywacji systemu ostrzegania operatora nie są wymagane, chyba że błędy dodatkowego czujnika lub siłownika zostaną potwierdzone i będą aktywne.

9. **Wymogi dotyczące demonstracji**

9.1. Uwagi ogólne

Podczas homologacji typu UE należy wykazać zgodność z wymaganiami niniejszego dodatku, przeprowadzając, w sposób zgodny z tabelą 4.6 i niniejszego sekcją 9, demonstrację aktywacji systemu ostrzegania.

Tabela 4.6

Ilustracja przebiegu procesu demonstracji zgodnie z przepisami pkt 9.3

Mechanizm	Elementy demonstracji
Aktywacja systemu ostrzegania określona w pkt 4.4.	— 2 badania aktywacji (w tym zaprzestanie funkcjonowania układu filtra cząstek stałych) — w stosownych przypadkach dodatkowe elementy demonstracji

▼B

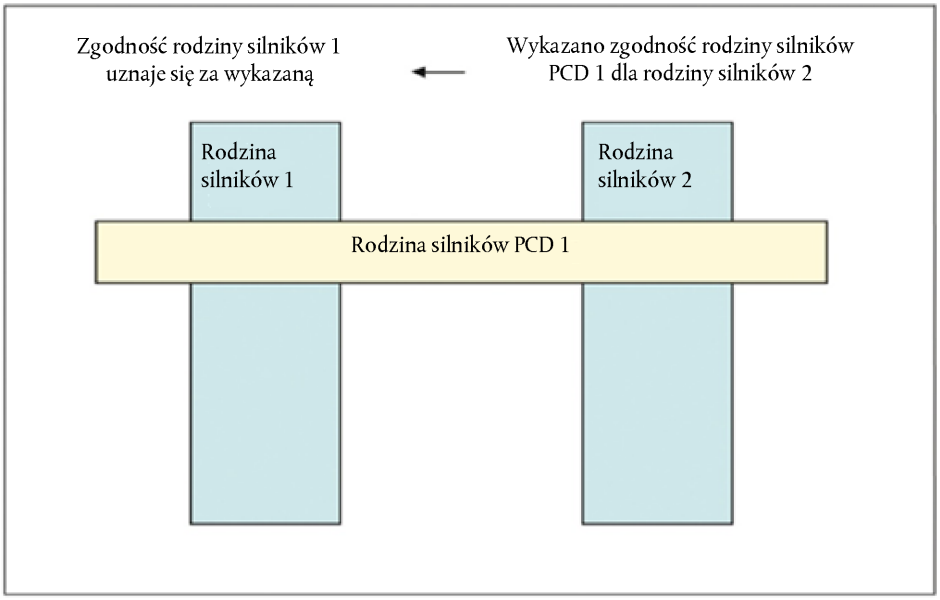
9.2. Rodziny silników i rodziny silników PCD

▼M2

9.2.1. W przypadku gdy silniki danej rodziny silników należą do rodziny silników PCD, która uzyskała już homologację typu UE zgodnie z pkt 2.3.6 (rys. 4.8), uznaje się, że zgodność tej rodziny silników została wykazana bez konieczności przeprowadzania dalszych badań, o ile producent wykaże organowi udzielającemu homologacji typu, że układy monitorujące niezbędne do zapewnienia zgodności z wymaganiami niniejszego dodatku są podobne w obrębie danej rodziny silników lub rodziny silników PCD.

Rysunek 4.8

Uprzednio wykazana zgodność rodziny silników PCD



▼B

9.3. Demonstracja aktywacji systemu ostrzegania

9.3.1. Zgodność aktywacji systemu ostrzegania należy wykazać, przeprowadzając dwa badania: zaprzestanie funkcjonowania układu filtra cząstek stałych i jedna kategoria błędu, o której mowa w pkt 6 lub pkt 8.3 niniejszego załącznika.

9.3.2. Wybór błędów do badań

9.3.2.1. Producent przedstawia organowi udzielającemu homologacji typu wykaz takich potencjalnych błędów.

9.3.2.2. Organ udzielający homologacji typu wybiera błąd, który ma być przedmiotem badania, z wykazu, o którym mowa w pkt 9.3.2.1.

9.3.3. Demonstracja

9.3.3.1. Na potrzeby demonstracji przeprowadza się oddzielne badanie pod kątem zaprzestania funkcjonowania układu filtra cząstek stałych określone w pkt 8.2 i pod kątem błędów wymienionych w pkt 6 i 8.3. Do zaprzestania funkcjonowania układu filtra cząstek stałych dochodzi w wyniku całkowitego usunięcia nośnika z obudowy układu filtra cząstek stałych.

9.3.3.2. W trakcie badania nie może dojść do wystąpienia żadnego innego błędu niż błąd będący przedmiotem badania.

▼B

9.3.3.3. Przed rozpoczęciem badania należy skasować wszystkie DTC.

9.3.3.4. Na żądanie producenta i za zgodą organu udzielającego homologacji typu błędy, których dotyczy badanie, mogą być symulowane.

9.3.3.5. Wykrywanie błędów

9.3.3.5.1. Układ PCD musi zareagować na pojawienie się błędu uznanego za odpowiedni przez organ udzielający homologacji typu zgodnie z przepisami niniejszego dodatku. Zdolność do takiej reakcji uznaje się za wykazaną, jeżeli aktywacja nastąpi w ciągu określonej liczby kolejnych cykli badania PCD podanej w tabeli 4.7.

Jeżeli w opisie monitorowania zaznaczono, za zgodą organu udzielającego homologacji typu, że dany układ monitorujący potrzebuje więcej cykli badania PCD do zakończenia monitorowania, niż określono w tabeli 4.7, liczba cykli badania PCD może zostać zwiększona maksymalnie o 50 %.

W ramach badania demonstracyjnego pojedyncze cykle badania PCD można rozdzielić, wyłączając silnik. Ustalając długość okresu poprzedzającego kolejny rozruch, należy wziąć pod uwagę wszelkie procedury monitorowania, które mogą być prowadzone po wyłączeniu silnika, a także wszelkie warunki niezbędne do rozpoczęcia monitorowania przy kolejnym rozruchu.

Tabela 4.7

Typy czujników i odpowiednia liczba cykli badań PCD, w ramach których przechowuje się „potwierdzone i aktywne” DTC

Typ czujnika	Liczba cykli badań PCD, w ramach których przechowuje się „potwierdzone i aktywne” DTC
Usunięcie układu filtra cząstek stałych	2
Zaprzestanie funkcjonowania układu filtra cząstek stałych	8
Awarie układu PCD	2

9.3.3.6. Cykl badania PCD

9.3.3.6.1. Cyklem badania PCD, który zgodnie z niniejszą sekcją 9 należy przeprowadzić, aby wykazać, że układ monitorowania układu filtra cząstek stałych działa w prawidłowy sposób, NRTC w cyklu gorącego rozruchu dla silników należących do podkategorii NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5, NRE-v-6 oraz mający zastosowanie cykl badania NRSC w przypadku silników należących do innych kategorii.

9.3.3.6.2. Na wniosek producenta oraz za zgodą organu udzielającego homologacji typu w odniesieniu do konkretnego układu monitorującego można przeprowadzić alternatywny cykl badania PCD (np. inny niż NRTC lub NRSC). Wniosek powinien zawierać elementy (analizy techniczne, symulacje, wyniki badań, itd.) wykazujące, że:

▼M2

a) wymagany cykl badań powoduje, że układ monitorujący będzie funkcjonować w rzeczywistych warunkach użytkowania; oraz

▼B

b) zastosowanie standardowego cyklu badania PCD, o którym mowa w pkt 9.3.3.6.1, jest mniej korzystne w przypadku przedmiotowego monitorowania.

9.3.3.7. Konfiguracja na potrzeby demonstracji aktywacji systemu ostrzegania

9.3.3.7.1. Demonstrację aktywacji systemu ostrzegania przeprowadza się w drodze badań na hamowni silnikowej.

9.3.3.7.2. Wszelkie części lub podzespoły niezamontowane fizycznie w silniku, takie jak m.in. czujniki temperatury otoczenia, czujniki poziomu oraz systemy ostrzegania i informowania operatora, które są niezbędne do przeprowadzenia demonstracji, podłącza się w tym celu do silnika lub symuluje się ich działanie w sposób zadowalający dla organu udzielającego homologacji typu.

9.3.3.7.3. Badania demonstracyjne mogą zostać przeprowadzone – niezależnie od przepisów pkt 9.3.3.7.1 – na kompletnej maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach lub na maszynie poprzez zamontowanie maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach na odpowiednim stanowisku badawczym albo poprzez zorganizowanie jazdy testowej tej maszyny po torze badawczym w warunkach kontrolowanych, jeżeli producent tak postanowi i uzyska na to zgodę organu udzielającego homologacji typu.

9.3.4. Demonstrację aktywacji systemu ostrzegania uznaje się za przeprowadzoną pomyślnie, jeżeli po zakończeniu każdego badania demonstracyjnego przeprowadzonego zgodnie z pkt 9.3.3 system ostrzegania aktywował się prawidłowo, a diagnostyczny kod błędu odpowiadający wybranemu błędowi miał status „potwierdzony i aktywny”.

9.3.5. Jeżeli układ filtra cząstek stałych korzystający z odczynnika podlega badaniu demonstracyjnemu pod kątem zaprzestania funkcjonowania układu filtra cząstek stałych lub usunięcia układu filtra cząstek stałych, należy także potwierdzić, że doszło do przerwania dozowania odczynnika.

▼M2

9.3.6. Dokumentacja demonstracji

9.3.6.1. W sprawozdaniu z demonstracji należy udokumentować demonstrację układu PCD. Sprawozdanie musi:

a) określić zbadane błędy;

b) zawierać opis przeprowadzonej demonstracji, w tym właściwego cyklu badania;

c) potwierdzić, że odpowiednie ostrzeżenia były aktywowane zgodnie z niniejszym rozporządzeniem;

d) być ujęte w folderze informacyjnym, jak określono w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

ZAŁĄCZNIK V

Pomiary i badania dotyczące obszaru związanego z danym cyklem badania w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach

1. **Wymogi ogólne**

Niniejszy załącznik ma zastosowanie do sterowanych elektronicznie silników należących do kategorii NRE, NRG, IWP, IWA i RLR, które spełniają wartości graniczne emisji dla etapu V określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 i w których sterowanie elektroniczne jest stosowane do określenia zarówno ilości, jak i momentu wtrysku paliwa lub jest ono stosowane w celu aktywacji, dezaktywacji lub modulacji układu sterowania emisją stosowanego do redukcji NO_x.

▼M2

W niniejszym załączniku określono wymogi techniczne dotyczące obszaru związanego z odpowiednim NRSC, w obrębie którego wielkość, o jaką emisje mogą przekroczyć wartości graniczne emisji określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628, jest kontrolowana.

Gdy silnik bada się w sposób określony w wymogach dotyczących badania wymienionych w sekcji 4, próbki emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych pobrane w losowo wybranym punkcie obszaru kontrolnego wskazanego w sekcji 2 nie powinny przekroczyć stosownych wartości granicznych emisji określonych w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628 pomnożonych przez współczynnik 2,0.

▼B

W sekcji 3 określono wybór przez służbę techniczną dodatkowych punktów pomiarowych z obszaru kontroli podczas badania emisji na stanowisku badawczym w celu wykazania, że wymogi określone w sekcji 1 zostały spełnione.

▼M3

Producent może wnioskować o wyłączenie przez służbę techniczną punktów eksploatacyjnych z dowolnego z obszarów kontroli określonych w sekcji 2 w czasie demonstracji określonej w sekcji 3. Służba techniczna może wyrazić zgodę na zastosowanie takiego wyłączenia, jeżeli producent wykaże, że silnik nie może nigdy działać w takich punktach przy użytkowaniu go w dowolnych konfiguracjach maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach.

▼M2

Instrukcja montażu przekazana OEM przez danego producenta zgodnie z załącznikiem XIV musi określać górne i dolne granice mającego zastosowanie obszaru kontrolnego oraz musi zawierać oświadczenie wskazujące, że OEM nie może zamontować danego silnika tak, aby jego działanie ograniczało się do stałego działania tylko w przypadku kombinacji prędkości i momentu obrotowego spoza obszaru kontrolnego krzywej momentu obrotowego odpowiadającej homologowanemu typowi silnika lub homologowanej rodzinie silników.

▼B

2. **Obszar kontrolny silnika**

Obszarem kontrolnym, na którym przeprowadza się badanie silnika, powinien być obszar wskazany w niniejszej sekcji 2 odpowiadający stosownemu NRSC pod względem badanych silników.

2.1. Obszar kontrolny w odniesieniu do silników badanych w cyklu NRSC C1

Silniki te działają przy zmiennej prędkości i zmiennym obciążeniu. Wyłączenia różnych obszarów kontrolnych mają zastosowanie w zależności od (pod)kategorii i prędkości obrotowej silnika.

▼B

2.1.1. Silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii NRE i posiadające maksymalną moc netto ≥ 19 kW, silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii IWA i posiadające maksymalną moc netto ≥ 300 kW, silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii RLR oraz silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii NRG.

Obszar kontrolny (zob. rys. 5.1) definiuje się w następujący sposób:

górna granica momentu obrotowego: krzywa momentu obrotowego pełnego obciążenia;

zakres prędkości obrotowej: prędkość obrotowa A do n_{hi};

gdzie:

prędkość obrotowa A = $n_{lo} + 0{,}15 \cdot (n_{hi} - n_{lo})$;

n_{hi} = prędkość obrotowa wysoka [zob. art. 1 pkt 12],

n_{lo} = prędkość obrotowa niska [zob. art. 1 pkt 13].

Z badania wyłącza się następujące warunki pracy silnika:

a) punkty poniżej 30 % maksymalnego momentu obrotowego;

b) punkty poniżej 30 % maksymalnej mocy netto.

Jeśli mierzona prędkość obrotowa silnika A znajduje się w zakresie ±3 % prędkości obrotowej silnika zadeklarowanej przez producenta, stosuje się zadeklarowane prędkości obrotowe silnika. Jeżeli dla którejkolwiek z testowych prędkości obrotowych tolerancja zostanie przekroczona, wykorzystuje się zmierzone prędkości obrotowe silnika.

Pośrednie punkty pomiarowe z obszaru kontroli należy określić w następujący sposób:

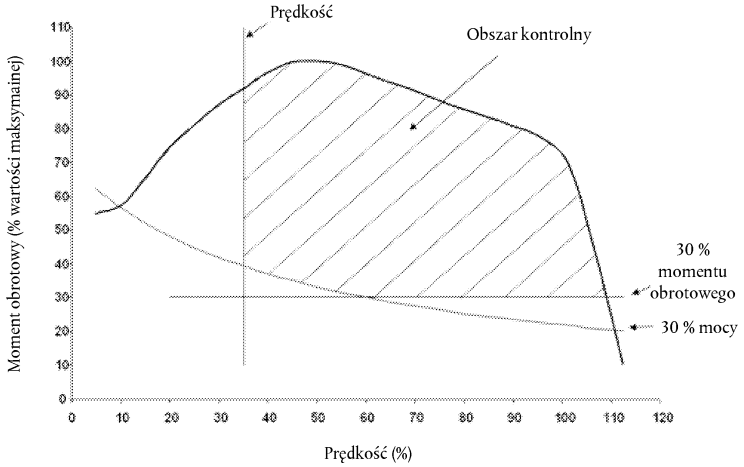
%torque = % maksymalnego momentu obrotowego;

$$\%\text{speed} = \frac{(n - n_{idle})}{(n_{100\%} - n_{idle})} \cdot 100;$$

gdzie: $n_{100\%}$ oznacza maksymalną prędkość obrotową odpowiadającą cyklowi badania.

Rysunek 5.1

Obszar kontrolny stosowany w odniesieniu do silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii NRE i posiadających maksymalną moc netto ≥ 19 kW, silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii IWA i posiadających maksymalną moc netto ≥ 300 kW oraz silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii NRG



▼B

2.1.2. Silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii NRE i posiadające maksymalną moc netto < 19 kW oraz silniki o zmiennej prędkości obrotowej należące do kategorii IWA i posiadające maksymalną moc netto < 300 kW

Należy stosować obszar kontrolny określony w pkt 2.1.1, ale z dodatkowym wyłączeniem warunków pracy silnika wymienionych w tym punkcie i przedstawionych na rys. 5.2 i 5.3.:

a) w odniesieniu do cząstek stałych tylko wtedy, gdy prędkość obrotowa C wynosi mniej niż 2 400 obr./min, skierowana jest w prawą stronę lub poniżej linii utworzonej poprzez połączenie punktów 30 % maksymalnego momentu obrotowego lub 30 % maksymalnej mocy netto w zależności od tego, która jest większa, przy prędkości obrotowej B i 70 % maksymalnej mocy netto przy prędkości obrotowej wysokiej;

b) w odniesieniu do cząstek stałych tylko wtedy, gdy prędkość obrotowa C wynosi 2 400 obr./min lub więcej, skierowana jest w prawą stronę linii utworzonej poprzez połączenie punktów 30 % maksymalnego momentu obrotowego lub 30 % maksymalnej mocy netto w zależności od tego, która jest większa, przy prędkości obrotowej B, 50 % maksymalnej mocy netto przy prędkości obrotowej równej 2 400 obr./min i 70 % maksymalnej mocy netto przy prędkości obrotowej wysokiej.

gdzie:

prędkość obrotowa B = n_{lo} + 0,5 × (n_{hi} – n_{lo});

prędkość obrotowa C = n_{lo} + 0,75 × (n_{hi} – n_{lo});

n_{hi} = prędkość obrotowa wysoka [zob. art. 1 pkt 12],

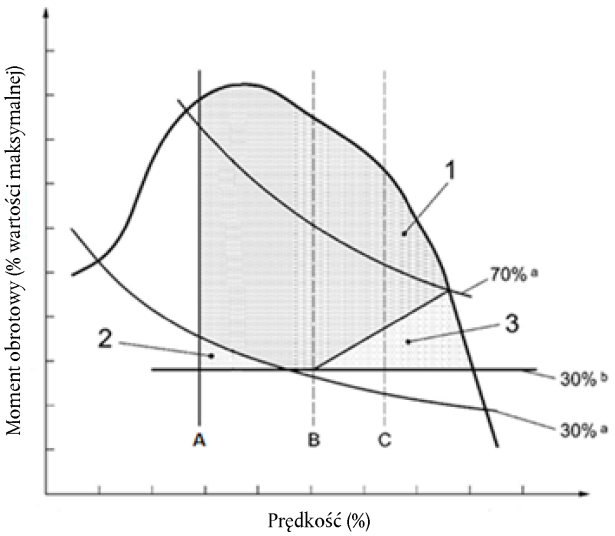
n_{lo} = prędkość obrotowa niska [zob. art. 1 pkt 13],

Jeżeli mierzona prędkość obrotowa silników A, B i C znajduje się w zakresie ±3 % prędkości obrotowej silnika zadeklarowanej przez producenta, stosuje się zadeklarowane prędkości obrotowe silnika. Jeżeli dla którejkolwiek z testowych prędkości obrotowych tolerancja zostanie przekroczona, wykorzystuje się zmierzone prędkości obrotowe silnika.

▼M2

Rysunek 5.2

Obszar kontrolny stosowany w odniesieniu do silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii NRE i posiadających maksymalną moc netto < 19 kW oraz silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii IWA i posiadających maksymalną moc netto < 300 kW, prędkość C < 2 400 obr./min



▼M2

Legenda

1. Obszar kontrolny silnika

2. Wszystkie wyodrębnione emisje

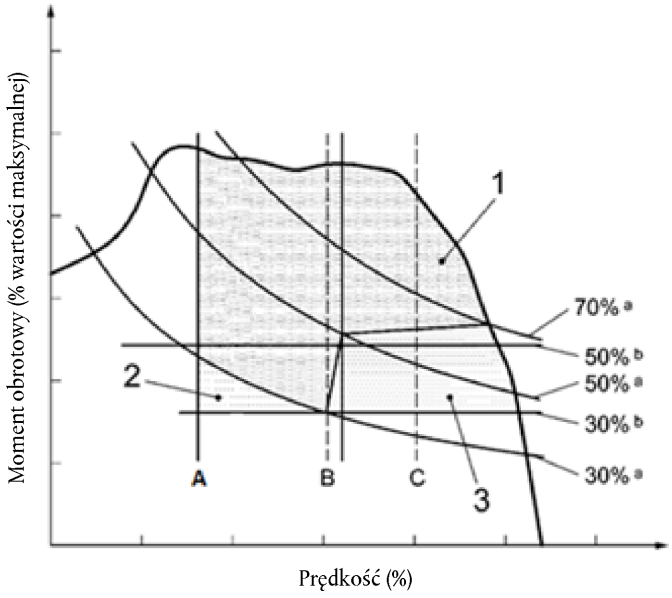
3. Wyodrębnione cząstki stałe

[a] % maksymalnej mocy netto

[b] % maksymalnego momentu obrotowego

Rysunek 5.3

Obszar kontrolny stosowany w odniesieniu do silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii NRE i posiadających maksymalną moc netto < 19 kW oraz silników o zmiennej prędkości obrotowej należących do kategorii IWA i posiadających maksymalną moc netto < 300 kW, prędkość C ≥ 2 400 obr./min



Legenda

1. Obszar kontrolny silnika

2. Wszystkie wyodrębnione emisje

3. Wyodrębnione cząstki stałe

[a] Procent maksymalnej mocy netto

[b] Procent maksymalnego momentu obrotowego

▼B

2.2. Obszar kontrolny w odniesieniu do silników badanych w cyklach D2, E2 i G2 NRSC

Silniki te pracują głównie przy prędkości obrotowej bardzo zbliżonej do konstrukcyjnej prędkości roboczej, dlatego obszar kontrolny definiuje się w następujący sposób:

prędkość obrotowa:	100 %
zakres momentu obrotowego:	50 % w stosunku do momentu obrotowego odpowiadającego mocy maksymalnej.

▼B

2.3. Obszar kontrolny w odniesieniu do silników badanych w cyklu NRSC E3

Silniki te pracują głównie przy prędkości obrotowej nieco wyższej i niższej niż krzywa śruby napędowej o stałym skoku. Obszar kontrolny jest powiązany z krzywą śruby napędowej i posiada wykładniki równań matematycznych określające granice obszaru kontrolnego. Obszar kontrolny definiuje się w następujący sposób:

dolna prędkość obrotowa:	$0{,}7 \times n_{100\ \%}$
krzywa górnej wartości granicznej:	$\%power = 100 \times (\ \%speed/90)^{3{,}5}$;
krzywa dolnej wartości granicznej:	$\%power = 70 \times (\ \%speed/100)^{2{,}5}$;
górna granica mocy:	krzywa mocy przy pełnym obciążeniu
górna prędkość obrotowa:	maksymalna prędkość obrotowa dozwolona przez regulator

gdzie:

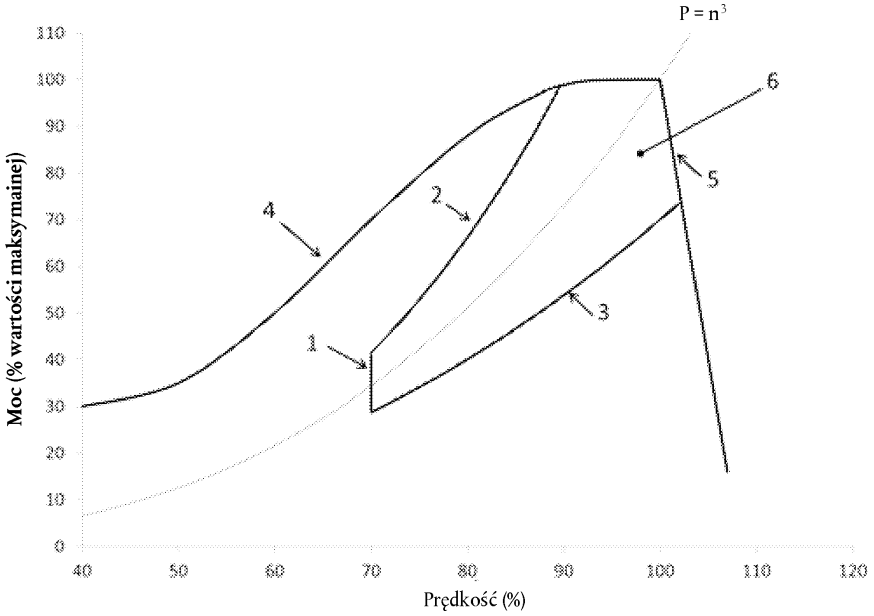
%*power* oznacza % maksymalnej mocy netto;

%*speed* oznacza %

oznacza maksymalną prędkość obrotową odpowiadającą cyklowi badania.

Rysunek 5.4.

Obszar kontrolny w odniesieniu do silników badanych w cyklu NRSC E3



Oznaczenie:

1 Dolna prędkość obrotowa

2 Krzywa górnej wartości granicznej:

3 Krzywa dolnej wartości granicznej:

4 Krzywa mocy przy pełnym obciążeniu

5 Krzywa prędkości maksymalnej regulatora

6 Obszar kontrolny silnika

▼B

3. **Wymogi dotyczące demonstracji**

Służba techniczna wybiera losowo do badania maksymalnie punkty obciążenia i prędkości w obszarze kontrolnym. W przypadku silników wymienionych w pkt 2.1 wybiera się maksymalnie trzy punkty. W przypadku silników wymienionych w pkt 2.2 wybiera się jeden punkt. W przypadku silników wymienionych w pkt 2.3 lub 2.4 wybiera się maksymalnie dwa punkty. Służba techniczna określa również losowy przebieg punktów pomiarowych. Badanie przeprowadza się zgodnie z podstawowymi wymaganiami NRSC, jednak każdy punkt pomiarowy oceniany jest oddzielnie.

▼M2

3.1. Do celów doboru losowego wymaganego zgodnie z pkt 3 stosuje się uznane metody statystyczne randomizacji.

▼B

4. **Wymagania dotyczące badań**

▼M2

Badanie wykonuje się bezpośrednio po mającym zastosowanie cyklu NRSC w następujący sposób:

a) badanie wybranych losowo punktów momentu obrotowego i prędkości obrotowej przeprowadza się bezpośrednio po sekwencji badania NRSC z fazami dyskretnymi opisanego w pkt 7.8.1.2 lit. a)–e) załącznika VI, jednak przed procedurami po przeprowadzeniu badania opisanymi w lit. f) albo po sekwencji badania obejmującej cykl ze zmianami jednostajnymi między fazami w warunkach stałych dla maszyn nieporuszających się po drogach (RMC) opisanej w pkt 7.8.2.3 lit. a)–d) załącznika VI, ale odpowiednio przed procedurami po przeprowadzeniu badania opisanymi w lit. e);

▼B

b) badania przeprowadza się zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 7.8.1.2 lit. b)–e) załącznika VI, z wykorzystaniem metody wielofiltrowej (jeden filtr w każdym punkcie pomiarowym) dla każdego punktu testowego wybranego zgodnie z sekcją 3;

c) dla każdego punktu pomiarowego należy obliczyć wartość emisji jednostkowej (w g/kWh lub #/kWh w stosownych przypadkach);

d) wartości emisji można obliczyć w oparciu o masę, wykorzystując sekcję 2 załącznika VII lub w oparciu o stężenie molowe, wykorzystując sekcję 3 załącznika VII, jednak należy zachować spójność z metodą stosowaną w przypadku badania NRSC z fazami dyskretnymi lub badania RMC;

▼M2

e) do obliczania sumy zanieczyszczeń gazowych i liczby cząstek stałych należy przyjąć N_{mode} równy 1 w równaniach (7-64) lub (7-131) i (7-178) oraz zastosować współczynnik wagowy równy 1;

f) do obliczeń cząstek stałych należy zastosować metodę wielofiltrową; do obliczania sumy należy przyjąć N_{mode} równy 1 w równaniach (7-67) lub (7-134) oraz zastosować współczynnik wagowy równy 1.

5. **Regeneracja**

W przypadku gdy regeneracja występuje w trakcie lub bezpośrednio przed rozpoczęciem procedury określonej w pkt 4, po zakończeniu tej procedury badanie może zostać unieważnione na wniosek producenta, bez względu na przyczynę regeneracji. W takim przypadku badanie należy powtórzyć. Należy stosować takie same punkty momentu obrotowego i prędkości obrotowej, ale można zmienić kolejność. Nie uważa się za konieczne powtarzanie punktów momentu obrotowego i prędkości, dla których uzyskano już wynik pozytywny. W celu powtórzenia badania stosuje się następującą procedurę:

▼**M2**

a) silnik eksploatuje się w sposób zapewniający zakończenie regeneracji i, w stosownych przypadkach, przywrócenie ładunku sadzy w układzie filtra cząstek stałych;

b) procedurę rozgrzewania silnika przeprowadza się zgodnie z pkt 7.8.1.1 załącznika VI;

c) procedurę badania określoną w pkt 4 należy powtórzyć, zaczynając od etapu, o którym mowa w pkt 4 lit. b).

▼B

ZAŁĄCZNIK VI

Przeprowadzanie badań emisji i wymogi dotyczące urządzeń pomiarowych

▼M2

1. **Wprowadzenie**

W niniejszym załączniku opisano metodę oznaczania emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z badanego silnika oraz specyfikacje związane z urządzeniami pomiarowymi. Począwszy od sekcji 6, numeracja niniejszego załącznika jest zgodna z numeracją ogólnego przepisu technicznego nr 11 ([1]) (GTR nr 11) oraz regulaminu EKG ONZ nr 96, seria poprawek 04 ([2]), załącznik 4B. Niektóre punkty ogólnego przepisu technicznego nr 11 nie są jednak niezbędne do celów niniejszego załącznika lub zostały zmienione zgodnie z postępem technicznym.

▼B

2. **Zarys ogólny**

Niniejszy załącznik zawiera następujące przepisy techniczne niezbędne do przeprowadzenia badania emisji. Przepisy dodatkowe wyszczególniono w pkt 3.

— Sekcja 5: wymogi dotyczące osiągów, w tym określanie testowych prędkości obrotowych

— Sekcja 6: warunki badań, w tym metody uwzględniania emisji gazów ze skrzyni korbowej, metody określania i uwzględniania regeneracji ciągłej i nieczęstej układów wtórnej obróbki spalin

— Sekcja 7: procedury badań, w tym odwzorowanie charakterystyki silników, odtwarzanie cykli badania oraz procedura przebiegu cykli badania

— Sekcja 8: procedury pomiarowe, w tym wzorcowanie i kontrola działania przyrządu oraz walidacja instrumentu na potrzeby badania

— Sekcja 9: urządzenia pomiarowe, w tym przyrządy pomiarowe, procedury rozcieńczania, procedury pobierania próbek oraz gazy analityczne i wzorce masy;

— Dodatek 1: procedura pomiaru liczby cząstek stałych.

3. **Powiązane załączniki**

— ocena danych i obliczenia:	załącznik VII
— procedury badań dotyczące silników dwupaliwowych:	załącznik VIII
— paliwa wzorcowe:	załącznik IX
— cykle badania:	załącznik XVII

([1]) Ogólny przepis techniczny nr 11 w sprawie emisji z silników w ciągnikach rolniczych i leśnych oraz w maszynach samojezdnych nieporuszających się po drogach w ogólnym rejestrze został utworzony w dniu 18 listopada 2004 r. na podstawie art. 6 Porozumienia dotyczącego ustanowienia ogólnych przepisów technicznych dla pojazdów kołowych, wyposażenia i części, które mogą być montowane lub wykorzystywane w pojazdach kołowych.

([2]) Regulamin nr 96 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji silników z zapłonem samoczynnym (ZS) przeznaczonych do montażu w ciągnikach rolniczych i leśnych oraz w niedrogowych maszynach ruchomych w zakresie emisji zanieczyszczeń przez silnik.

▼B

4. **Wymogi ogólne**

Badane silniki spełniają wymogi dotyczące osiągów, określone w sekcji 5 w badaniach prowadzonych zgodnie z warunkami badań określonymi w sekcji 6 i procedurami badań określonymi w sekcji 7.

5. **Wymagania dotyczące osiągów**

5.1. Emisje zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz CO_2 i NH_3

Zanieczyszczenia reprezentowane są przez:

a) tlenki azotu, NO_x;

b) węglowodory, wyrażone jako całkowita zawartość węglowodorów, HC lub THC;

c) tlenek węgla, CO;

d) cząstki stałe;

e) liczbę cząstek stałych.

▼M2

Zmierzone wartości emitowanych przez silnik zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz CO_2 odnoszą się do emisji jednostkowych wyrażonych w gramach na kilowatogodzinę (g/kWh) lub liczbie na kilowatogodzinę (#/kWh) w przypadku liczby cząstek stałych.

Zanieczyszczenia gazowe i pyłowe, które należy mierzyć, to zanieczyszczenia, dla których wartości graniczne mają zastosowanie do badanej podkategorii silników, jak określono w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628. Rezultaty, obejmujące:

a) emisje ze skrzyni korbowej określone zgodnie z sekcją 6.10, w stosownych przypadkach,

b) współczynniki dostosowania dla regeneracji nieczęstej układu wtórnej obróbki spalin określone zgodnie z sekcją 6.6, w stosownych przypadkach, oraz

c) na końcowym etapie obliczania, współczynnik pogorszenia jakości określony zgodnie z załącznikiem III,

nie mogą przekroczyć mających zastosowanie wartości granicznych.

Poziom CO_2 należy mierzyć i zgłaszać w odniesieniu do wszystkich podkategorii silników zgodnie z art. 43 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

▼B

Dodatkowo należy mierzyć średnią emisję amoniaku (NH_3) zgodnie z załącznikiem IV sekcja 3, gdy środki kontroli NO_x stanowiące część układu sterowania emisją silnika obejmują wykorzystanie odczynnika; wartość tej emisji nie może przekroczyć wartości określonych w niniejszej sekcji.

Emisje określa się w cyklach pracy (cykle badania w warunkach stałych lub zmiennych), jak opisano w sekcji 7 oraz w załączniku XVII. Systemy pomiaru muszą spełniać wymagania w zakresie wzorcowania i działania określone w sekcji 8, mierzone za pomocą urządzeń pomiarowych określonych w sekcji 9.

▼B

Organ udzielający homologacji może zatwierdzić inne systemy lub analizatory, jeżeli okaże się, że dają one równoważne wyniki w rozumieniu pkt 5.1.1. Wyniki oblicza się zgodnie z wymaganiami określonymi w załączniku VII.

5.1.1. Równoważność

Określenie równoważności systemu opiera się na analizie korelacji siedmiu par próbek (lub większej ich liczby) między systemem używanym, a jednym z systemów opisanych w niniejszym załączniku. „Wyniki” odnoszą się do ważonych wartości poziomów emisji dla określonego cyklu. Badanie korelacji wykonuje się w tym samym laboratorium, komórce badawczej oraz na tym samym silniku i zaleca się jego równoczesne przeprowadzenie. Równoważność średnich wyników par próbek należy ustalić przy pomocy statystyk badań F i badań t, zgodnie z opisem w załączniku VII dodatek 3, uzyskanych na podstawie warunków panujących w tym laboratorium, komórce badawczej i silniku, jak opisano powyżej. Wartości oddalone należy ustalić zgodnie z ISO 5725 i wyłączyć z bazy danych. Systemy wykorzystywane do przeprowadzania badań korelacji powinny być zatwierdzone przez organ udzielający homologacji.

5.2. Wymagania ogólne dotyczące cykli badania

5.2.1. Badanie na potrzeby udzielenia homologacji typu UE przeprowadza się z wykorzystaniem odpowiedniego cyklu badania NRSC oraz, w stosowanych przypadkach, NRTC lub LSI-NRTC, jak określono w art. 24 i załączniku IV do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

5.2.2. Specyfikacje i charakterystyki techniczne NRSC określono w załączniku XVII dodatek 1 (NRSC z fazami dyskretnymi) oraz dodatek 2 (NRSC ze zmianami jednostajnymi między fazami). Zależnie od decyzji producenta badanie NRSC można przeprowadzić w ramach NRSC z fazami dyskretnymi lub, w miarę dostępności, w ramach NRSC ze zmianami jednostajnymi między fazami (RMC), jak określono w pkt 7.4.1.

5.2.3. Specyfikacje i charakterystyki techniczne NRTC i LSI-NRTC określono w załączniku XVII dodatek 3.

5.2.4. Cykle badania określone w pkt 7.4 oraz w załączniku XVII zaprojektowano na podstawie wartości procentowych maksymalnego momentu obrotowego lub mocy oraz testowych prędkości obrotowych, które należy ustalić na potrzeby poprawnych osiągów cykli badania:

a) 100 % prędkości (maksymalna testowa prędkość obrotowa (MTS) lub znamionowa prędkość obrotowa);

b) prędkość obrotowa pośrednia określona w pkt 5.2.5.4;

c) prędkość biegu jałowego określona w pkt 5.2.5.5.

Sposób określania testowych prędkości obrotowych przedstawiono w pkt 5.2.5, a sposób wykorzystania momentu obrotowego i mocy – w pkt 5.2.6.

5.2.5. Testowe prędkości obrotowe

5.2.5.1. Maksymalna testowa prędkość obrotowa (MTS)

MTS oblicza się zgodnie z pkt 5.2.5.1.1 lub pkt 5.2.5.1.3.

▼**M2**

5.2.5.1.1. Obliczanie MTS

Aby obliczyć MTS, należy przeprowadzić procedurę odwzorowania charakterystyki silników dla badań w warunkach zmiennych zgodnie z pkt 7.4. Następnie określa się MTS na podstawie odwzorowanych wartości prędkości obrotowej silnika w stosunku do mocy silnika. MTS oblicza się za pomocą jednego z następujących wariantów:

a) Obliczenia oparte na niskich i wysokich wartościach prędkości

$$MTS = n_{lo} + 0{,}95 \cdot (n_{hi} - n_{lo}) \quad (6\text{-}1)$$

gdzie:

n_{hi} to prędkość obrotowa wysoka zdefiniowana w art. 1 pkt 12,

n_{lo} to prędkość obrotowa niska zdefiniowana w art. 1 pkt 13.

b) Obliczenia na podstawie metody najdłuższego wektora

$$MTS = n_i \quad (6\text{-}2)$$

gdzie:

n_i to średnia najmniejszej i największej prędkości, przy których $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$ jest równa 98 % wartości maksymalnej $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$

Jeżeli istnieje tylko jedna prędkość, przy której wartość $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$ jest równa 98 % wartości maksymalnej $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$:

$$MTS = n_i \quad (6\text{-}3)$$

gdzie:

n_i to prędkość, przy której występuje wartość maksymalna $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$.

gdzie:

n to prędkość obrotowa silnika

i to zmienna indeksowa reprezentująca jedną zarejestrowaną wartość z odwzorowania charakterystyki silnika

n_{normi} to prędkość obrotowa silnika znormalizowana poprzez podzielenie jej przez $n_{P_{max}}$

P_{normi} to moc silnika znormalizowana poprzez podzielenie jej przez P_{max}

$n_{P_{max}}$ to średnia najmniejszej i największej prędkości, przy których moc jest równa 98 % P_{max}.

Należy zastosować interpolację liniową między odwzorowanymi wartościami, aby określić:

(i) prędkości, przy których moc jest równa 98 % P_{max}. Jeżeli istnieje tylko jedna prędkość, przy której moc jest równa 98 % P_{max}, $n_{P_{max}}$ odpowiada prędkości, przy której występuje P_{max};

▼M2

(ii) prędkości, przy których ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) jest równe 98 % wartości maksymalnej ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$).

▼B

5.2.5.1.2. Wykorzystanie deklarowanej MTS

Jeżeli MTS obliczona zgodnie z pkt 5.2.5.1.1 lub 5.2.5.1.3 mieści się w zakresie ±3 % MTS deklarowanej przez producenta, deklarowana MTS może zostać wykorzystana do badania poziomu emisji. Jeżeli tolerancja zostanie przekroczona, do badania poziomu emisji wykorzystuje się zmierzoną MTS.

5.2.5.1.3. Wykorzystanie dostosowanej MTS

Jeżeli część spadkowa krzywej pełnego obciążenia ma bardzo stromą krawędź, może to utrudniać prawidłowe osiągnięcie prędkości wynoszących 105 % w NRTC. W takim przypadku, za uprzednią zgodą służby technicznej, dopuszcza się wykorzystanie alternatywnej wartości MTS określonej przy użyciu jednej z następujących metod:

a) nieznaczne zmniejszenie MTS (o maksymalnie 3 %), aby umożliwić prawidłowe osiąganie prędkości obrotowych w badaniu NRTC.

b) obliczenie alternatywnej MTS za pomocą równania (6-4):

$$MTS = ((n_{max} - n_{idle})/1{,}05) + n_{idle} \quad (6\text{-}4)$$

gdzie:

n_{max} = oznacza prędkość obrotową silnika, przy której funkcja regulatora silnika kontroluje prędkość obrotową silnika przy zapotrzebowaniu operatora ustawionym na maksimum i obciążeniu zerowym („prędkość maksymalna przy braku obciążenia”)

n_{idle} = to prędkość biegu jałowego

5.2.5.2. Znamionowa prędkość obrotowa

▼M2

Znamionową prędkość obrotową określono w art. 3 pkt 29 rozporządzenia (UE) 2016/1628. Znamionową prędkość obrotową dla silników o zmiennej prędkości obrotowej podlegających badaniu emisji, innych niż silniki badane przy stałej prędkości w cyklu NRSC zdefiniowanym w art. 1 pkt 31 niniejszego rozporządzenia, określa się na podstawie mającej zastosowanie procedury odwzorowania charakterystyki silników określonej w pkt 7.6 niniejszego załącznika. Znamionową prędkość obrotową dla silników o zmiennej prędkości obrotowej badanych przy stałej prędkości obrotowej NRSC deklaruje producent zgodnie z charakterystyką silnika. Znamionową prędkość obrotową dla silników o stałej prędkości obrotowej deklaruje producent zgodnie z charakterystyką regulatora. Jeżeli badaniu emisji poddaje się typ silnika wyposażony w prędkości alternatywne, na co zezwala się w art. 3 pkt 21 rozporządzenia (UE) 2016/1628, należy zadeklarować i poddać badaniu każdą prędkość alternatywną.

▼B

Deklarowaną wartość można wykorzystać, jeżeli znamionowa prędkość obrotowa określona na podstawie procedury odwzorowania charakterystyki silników, o której mowa w sekcji 7.6, mieści się w zakresie ±150 obr./min wartości deklarowanej przez producenta dla silników kategorii NRS wyposażonych w regulator bądź w zakresie ±350 obr./min lub ±4 % dla silników kategorii NRS bez

▼B

regulatora, w zależności od tego, który z nich jest mniejszy, lub w zakresie ±100 obr./min dla wszystkich innych kategorii silników. Jeżeli tolerancja ta zostanie przekroczona, wykorzystuje się znamionową prędkość obrotową określoną na podstawie procedury odwzorowania charakterystyki silników.

▼M2

W przypadku silników kategorii NRSh 100 % testowej prędkości obrotowej mieści się w zakresie ± 350 obr./min znamionowej prędkości obrotowej podanej przez producenta.

▼B

Opcjonalnie dla wszelkich cykli badania w warunkach stałych można wykorzystać MTS zamiast znamionowej prędkości obrotowej.

5.2.5.3. Prędkość obrotowa momentu maksymalnego dla silników o zmiennej prędkości obrotowej

▼M2

Jeżeli jest to wymagane, prędkość obrotowa momentu maksymalnego określona na podstawie krzywej maksymalnego momentu obrotowego ustalonej przy zastosowaniu właściwej procedury odwzorowania charakterystyki silnika w pkt 7.6.1 lub 7.6.2 odpowiada jednej z następujących prędkości:

▼B

a) prędkości, przy której zarejestrowano największy moment obrotowy; lub

b) średniej najmniejszej i największej prędkości, przy których moment obrotowy jest równy 98 % maksymalnego momentu obrotowego. W stosownych przypadkach należy zastosować interpolację liniową, aby określić prędkości, przy których moment obrotowy jest równy 98 % maksymalnego momentu obrotowego.

Deklarowaną wartość można wykorzystać do celów niniejszego rozporządzenia, jeżeli prędkość obrotowa momentu maksymalnego określona na podstawie krzywej maksymalnego momentu obrotowego mieści się w zakresie ±4 % prędkości obrotowej momentu maksymalnego deklarowanej przez producenta dla ►M2 silników kategorii NRS ◄ lub w zakresie ±2,5 % prędkości obrotowej momentu maksymalnego deklarowanej przez producenta dla wszystkich innych kategorii silników. Jeżeli tolerancja zostanie przekroczona, wykorzystuje się prędkość obrotową momentu maksymalnego określoną na podstawie krzywej maksymalnego momentu obrotowego.

5.2.5.4. Prędkość obrotowa pośrednia

Prędkość obrotowa pośrednia spełnia jedno z poniższych wymagań:

a) w przypadku silników zaprojektowanych do pracy w danym zakresie prędkości na krzywej momentu z pełnym obciążeniem prędkość obrotowa pośrednia odpowiada prędkości obrotowej momentu maksymalnego, jeżeli mieści się ona w zakresie od 60 do 75 % znamionowej prędkości obrotowej;

b) jeżeli prędkość obrotowa momentu maksymalnego wynosi mniej niż 60 % znamionowej prędkości obrotowej, prędkość obrotowa pośrednia wynosi 60 % znamionowej prędkości obrotowej;

c) jeżeli prędkość obrotowa momentu maksymalnego wynosi więcej niż 75 % znamionowej prędkości obrotowej, prędkość obrotowa pośrednia wynosi 75 % znamionowej prędkości obrotowej. W przypadku gdy silnik jest w stanie pracować wyłącznie przy prędkości większej niż 75 % znamionowej prędkości obrotowej, prędkość obrotowa pośrednia odpowiada najmniejszej prędkości, przy której silnik może być eksploatowany;

▼B

d) w przypadku silników, które nie zostały projektowane do pracy w danym zakresie prędkości na krzywej momentu z pełnym obciążeniem w warunkach stałych, prędkość obrotowa pośrednia mieści się w zakresie od 60 do 70 % znamionowej prędkości obrotowej;

e) w przypadku silników badanych w cyklu G1, z wyjątkiem silników kategorii ATS, prędkość obrotowa pośrednia odpowiada 85 % znamionowej prędkości obrotowej;

f) w przypadku silników kategorii ATS badanych w cyklu G1 prędkość obrotowa pośrednia odpowiada 60 lub 85 % znamionowej prędkości obrotowej, w zależności od tego, która wartość jest bliższa rzeczywistej prędkości obrotowej momentu maksymalnego.

Jeżeli zamiast znamionowej prędkości obrotowej stosowana jest MTS dla 100 % testowej prędkości obrotowej, MTS również zastępuje znamionową prędkość obrotową przy ustalaniu prędkości obrotowej pośredniej.

5.2.5.5. Prędkość biegu jałowego.

Prędkość biegu jałowego jest najmniejszą prędkością obrotową silnika przy obciążeniu minimalnym (większym lub równym obciążeniu zerowemu) sterowaną przez funkcję regulatora silnika. W przypadku silników bez funkcji regulatora, który steruje prędkością biegu jałowego, prędkość biegu jałowego oznacza podaną przez producenta najmniejszą wartość prędkości obrotowej silnika możliwą przy obciążeniu minimalnym. Należy zauważyć, że prędkość biegu jałowego dla gorącego silnika to prędkość biegu jałowego osiągana dla rozgrzanego silnika.

5.2.5.6. Testowa prędkość obrotowa dla silników o stałej prędkości obrotowej

Regulatory silników o stałej prędkości obrotowej nie zawsze mogą utrzymać idealnie stałą prędkość. Z reguły prędkość może się zmniejszać o (0,1 do 10) % w stosunku do prędkości dla obciążenia zerowego, tak że prędkość minimalna występuje w pobliżu punktu maksymalnej mocy silnika. Testową prędkość obrotową dla silników o stałej prędkości obrotowej można ustawić za pomocą regulatora zamontowanego na silniku lub przy użyciu zapotrzebowania na prędkość na stanowisku badawczym, jeżeli zapotrzebowanie to zastępuje regulator silnika.

▼M2

W przypadku stosowania regulatora zamontowanego na silniku, prędkość regulowana przez silnik wynosi 100 %, jak określono w art. 1 ust. 24.

▼B

Jeśli do symulacji regulatora stosuje się sygnał zapotrzebowania na prędkość na stanowisku badawczym, wartość 100 % prędkości przy obciążeniu zerowym odpowiada prędkości przy braku obciążenia określonej przez producenta dla tych ustawień regulatora, a wartość 100 % prędkości obrotowej przy pełnym obciążeniu odpowiada znamionowej prędkości obrotowej dla tych ustawień regulatora. Aby określić prędkość dla innych faz badania, należy zastosować interpolację.

W przypadku gdy regulator działa według ustawień izochronicznych lub gdy znamionowa prędkość obrotowa i prędkość obrotowa przy braku obciążenia zadeklarowane przez producenta różnią się o nie więcej niż 3 %, we wszystkich punktach obciążenia można zastosować jedną wartość zadeklarowaną przez producenta dla 100 % prędkości.

▼B

5.2.6. Moment obrotowy i moc

5.2.6.1. Moment obrotowy

Wartości momentu obrotowego określone w cyklach badania są wartościami procentowymi, które odzwierciedlają, dla danej fazy badania, jeden z następujących stosunków:

a) stosunek wymaganego momentu obrotowego do maksymalnego momentu obrotowego możliwego przy określonej testowej prędkości obrotowej (wszystkie cykle poza D2 i E2);

b) stosunek wymaganego momentu obrotowego do momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej netto deklarowanej przez producenta (cykl D2 i E2).

5.2.6.2. Moc

Wartości mocy określone w cyklach badań są wartościami procentowymi, które odzwierciedlają, dla danej fazy badania, jedną z następujących wartości:

a) w przypadku cyklu badania E3 wartości mocy to wartości procentowe maksymalnej mocy netto przy prędkości 100 %, ponieważ cykl ten opiera się na teoretycznej, charakterystycznej krzywej śruby napędowej dla pojazdów napędzanych przez silniki pojazdu ciężkiego bez ograniczenia długości;

b) w przypadku cyklu badania F wartości mocy to wartości procentowe maksymalnej mocy netto przy danej testowej prędkości obrotowej, oprócz prędkości biegu jałowego, która stanowi odsetek maksymalnej mocy netto przy prędkości 100 %.

6. **Warunki badań**

6.1. Warunki badania laboratoryjnego

Temperaturę bezwzględną (T_a) powietrza w silniku na wlocie do silnika wyraża się w stopniach Kelvina, a suche ciśnienie atmosferyczne (p_s), wyrażone w kPa, mierzy się wyznaczając parametr f_a, zgodnie z następującymi przepisami i za pomocą równania (6-5) lub (6-6). W przypadku pomiaru ciśnienia atmosferycznego w kanale należy dopilnować, aby straty ciśnienia między atmosferą a miejscem pomiaru były pomijalne, oraz uwzględnić zmiany ciśnienia statycznego w kanale wynikające z przepływu. W silnikach wielocylindrowych z wydzielonymi grupami kolektorów dolotowych, przykładowo w silnikach widlastych („V”), mierzy się średnią temperaturę poszczególnych grup. Parametr fa podaje się w wynikach badań.

Silniki wolnossące i z doładowaniem mechanicznym:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7} \quad (6\text{-}5)$$

Silniki turbodoładowane z chłodzeniem lub bez chłodzenia powietrza dolotowego:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \quad (6\text{-}6)$$

6.1.1. Aby można było uznać badanie za ważne, należy spełnić oba następujące warunki:

a) f_a musi mieścić się zakresie $0,93 \leq f_a \leq 1,07$, z wyjątkiem przypadków dozwolonych w pkt 6.1.2 i 6.1.4;

▼B

b) temperaturę powietrza dolotowego mierzoną przed wlotem do dowolnej części silnika (w kierunku przeciwnym do przepływu) należy utrzymywać na poziomie 298 ± 5 K (25 ± 5 °C), z wyjątkiem przypadków dozwolonych w pkt 6.1.3 i 6.1.4 i zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 6.1.5 i 6.1.6.

6.1.2. Jeżeli wysokość n.p.m. laboratorium, w którym badany jest silnik, przekracza 600 m, za zgodą producenta f_a może przekraczać 1,07, pod warunkiem że p_s nie jest niższe niż 80 kPa.

6.1.3. Jeżeli moc badanego silnika jest większa niż 560 kW, za zgodą producenta maksymalna wartość temperatury powietrza dolotowego może przekraczać 303 K (30 °C), pod warunkiem że nie przekracza 308 K (35 °C).

6.1.4. Jeżeli wysokość n.p.m. laboratorium, w którym badany jest silnik, przekracza 300 m, a moc badanego silnika jest większa niż 560 kW, za zgodą producenta f_a może przekraczać 1,07, pod warunkiem że p_s nie jest mniejsze niż 80 kPa, a maksymalna wartość temperatury powietrza dolotowego może przekraczać 303 K (30 °C), pod warunkiem że nie przekracza 308 K (35 °C).

6.1.5. W przypadku rodziny silników kategorii NRS mniejszej niż 19 kW obejmującej wyłącznie typy silnika przeznaczone do użytku w odśnieżarkach temperaturę powietrza dolotowego należy utrzymywać w przedziale między 273 K a 268 K (między 0 °C a – 5 °C).

6.1.6. Dla silników kategorii SMB temperaturę powietrza dolotowego należy utrzymywać na poziomie 263 ± 5 K (– 10 ± 5 °C), z wyjątkiem przypadków dozwolonych w pkt 6.1.6.1.

6.1.6.1. Dla silników kategorii SMB wyposażonych w sterowany elektronicznie wtrysk paliwa, który dostosowuje przepływ paliwa do temperatury powietrza dolotowego, zależnie od decyzji producenta temperaturę powietrza dolotowego można również utrzymywać na poziomie 298 ± 5 K (25 ± 5 °C).

6.1.7. Dopuszcza się stosowanie:

a) miernika ciśnienia atmosferycznego, którego dane wyjściowe są przyjmowane jako ciśnienie atmosferyczne dla całego obiektu badawczego, w którym znajduje się więcej niż jedna hamownia silników, o ile urządzenie zapewniające powietrze dolotowe utrzymuje ciśnienie otoczenia w miejscu, gdzie badany jest silnik, z dokładnością do ± 1 kPa wspólnego pomiaru ciśnienia atmosferycznego;

b) urządzenia do pomiaru wilgotności powietrza dolotowego w całym obiekcie badawczym, w którym znajduje się więcej niż jedna hamownia silników, o ile urządzenie zapewniające powietrze dolotowe utrzymuje punkt rosy w miejscu, gdzie badany jest silnik, z dokładnością do ± 0,5 K wspólnego pomiaru wilgotności.

6.2. Silniki z chłodzeniem powietrza doładowującego

▼M2

Stosuje się układ chłodzenia powietrza doładowującego o takiej całkowitej pojemności powietrza dolotowego, która odpowiada instalacji stosowanej w silnikach produkcyjnych. Laboratoryjny układ chłodzenia powietrza doładowującego musi być zaprojektowany w celu ograniczenia gromadzenia się skroplin. Nagromadzone skropliny należy odprowadzić, a wszystkie zawory spustowe

▼M2

całkowicie zamknąć przed badaniem emisji. Zawory spustowe muszą pozostawać zamknięte podczas badania emisji. Utrzymuje się następujące warunki dla cieczy chłodzącej:

a) przez całe badanie temperaturę cieczy chłodzącej na wlocie do chłodnicy powietrza doładowującego utrzymuje się na poziomie co najmniej 293 K (20 °C);

b) przy znamionowej prędkości obrotowej i pełnym obciążeniu natężenie przepływu cieczy chłodzącej należy ustawić tak, aby za wylotem chłodnicy powietrza doładowującego temperatura powietrza nie różniła się o więcej niż ± 5 K (± 5 °C) od wartości określonej przez producenta. Temperaturę powietrza na wylocie mierzy się w miejscu określonym przez producenta. Ten ustalony punkt odnoszący się do natężenia przepływu cieczy chłodzącej wykorzystuje się w całym badaniu;

c) jeżeli producent silnika podał graniczne wartości spadków ciśnienia w układzie chłodzenia powietrza doładowującego, należy dopilnować, aby spadek ciśnienia w układzie chłodzenia powietrza doładowującego w warunkach pracy silnika określonych przez producenta nie przekraczał wartości granicznych wskazanych przez producenta. Spadek ciśnienia mierzy się w punktach określonych przez producenta.

▼B

Jeżeli do przeprowadzenia cyklu badania zamiast znamionowej prędkości obrotowej stosuje się MTS zdefiniowaną w pkt 5.2.5.1, prędkość tę można zastosować zamiast znamionowej prędkości obrotowej przy ustalaniu temperatury powietrza doładowującego.

Celem jest uzyskanie wyników emisji, które są reprezentatywne dla normalnej eksploatacji. Jeżeli właściwa ocena techniczna wskazuje, że specyfikacje zawarte w niniejszej sekcji będą skutkować badaniami niereprezentatywnymi (np. przechłodzeniem powietrza dolotowego), można zastosować bardziej zaawansowane punkty ustalone i regulację spadku ciśnienia powietrza doładowującego, temperatury oraz natężenia przepływu cieczy chłodzącej, aby uzyskać bardziej reprezentatywne wyniki.

6.3. Moc silnika

▼M2

6.3.1. Podstawy pomiarów emisji

Podstawą dla badań emisji jednostkowych jest nieskorygowana moc netto zgodnie z definicją określoną w art. 3 pkt 25 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

▼B

6.3.2. Urządzenia pomocnicze, których montaż jest wymagany

Podczas badania na stanowisku badawczym muszą być zamontowane urządzenia pomocnicze niezbędne do pracy silnika zgodnie z wymaganiami dodatku 2.

Jeżeli takich urządzeń nie można zamontować do badania, należy określić pobieraną przez nie moc i odjąć ją od zmierzonej mocy silnika.

6.3.3. Urządzenia pomocnicze, które należy usunąć

Niektóre urządzenia pomocnicze, których działanie jest związane z działaniem maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach i które można zamontować na silniku, należy usunąć na czas badania.

▼B

Jeżeli takich urządzeń nie można odłączyć, można określić pobieraną przez nie moc w warunkach bez obciążenia i dodać do zmierzonej mocy silnika (zob. uwaga g) w dodatku 2). Jeżeli wartość ta przekracza 3 % mocy maksymalnej przy prędkości badania, fakt ten może zostać sprawdzony przez służbę techniczną. ►M2 Moc pobieraną przez urządzenia pomocnicze należy użyć do dostosowania ustalonych wartości oraz obliczenia pracy silnika w całym cyklu badań zgodnie z pkt 7.7.1.3 lub pkt 7.7.2.3 lit. b). ◄

▼M2

6.3.4. Określenie mocy dodatkowej

W stosownych przypadkach zgodnie z pkt 6.3.2 i 6.3.3 wartości mocy dodatkowej i metodę pomiarową/obliczeniową stosowaną do określenia mocy dodatkowej w całym obszarze roboczym mających zastosowanie cykli badania podaje producent silnika, a zatwierdza organ udzielający homologacji.

▼B

6.3.5. Praca silnika w cyklu

Do obliczenia referencyjnej i rzeczywistej pracy silnika w cyklu (zob. pkt 7.8.3.4) wykorzystuje się moc silnika ustaloną zgodnie z pkt 6.3.1. W takim przypadku P_f i P_r w równaniu (6-7) wynoszą zero, a P równa się P_m.

Jeżeli urządzenia pomocnicze / wyposażenie zainstalowano zgodnie z pkt 6.3.2 lub 6.3.3, pochłanianą przez nie moc wykorzystuje się do skorygowania każdej chwilowej wartości mocy uzyskanej w cyklu $P_{m,i}$ za pomocą równania (6-8):

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (6\text{-}7)$$

$$P_{AUX} = P_{r,i} - P_{f,i} \quad (6\text{-}8)$$

Gdzie:

$P_{m,i}$ to zmierzona moc silnika, kW;

$P_{f,i}$ to moc pochłaniana przez urządzenia pomocnicze / wyposażenie, których montaż jest wymagany do badania, lecz których nie zamontowano, kW;

$P_{r,i}$ to moc pochłaniana przez urządzenia pomocnicze / wyposażenie, które należy usunąć do badania, lecz które zamontowano, kW.

6.4. Powietrze dolotowe silnika

6.4.1. Wprowadzenie

Należy użyć układu dolotowego powietrza, który jest zamontowany na silniku, lub układu odpowiadającego typowej konfiguracji eksploatacyjnej. Obejmuje to chłodzenie powietrza doładowującego oraz recyrkulację spalin (EGR).

6.4.2. Ograniczenie ciśnienia powietrza dolotowego

Zastosowany układ dolotowy silnika lub laboratoryjny układ badawczy muszą charakteryzować się ograniczeniem ciśnienia powietrza dolotowego w granicach ±300 Pa maksymalnej wartości podanej przez producenta dla czystego filtra powietrza, znamionowej prędkości obrotowej oraz pełnego obciążenia. Jeżeli nie jest to możliwe z powodu konstrukcji laboratoryjnego układu badawczego zasilania powietrzem, należy dopuścić możliwość ograniczenia ciśnienia nieprzekraczającego wartości określonej przez producenta dla zabrudzonego filtra, pod warunkiem wcześniejszego zatwierdzenia przez służbę techniczną. Różnicę ciśnienia statycznego powodowaną przez ograniczenie ciśnienia mierzy się w miejscu i dla ustalonych wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego wyznaczonych przez producenta. Jeżeli producent nie określił miejsca, ciśnienie to mierzy się w miejscu znajdującym się przed podłączeniem turbosprężarki doładowującej lub układu recyrkulacji spalin (EGR) do układu dolotowego powietrza (w kierunku przeciwnym do przepływu).

▼B

Jeżeli do przeprowadzenia cyklu badania zamiast znamionowej prędkości obrotowej stosuje się MTS zdefiniowaną w pkt 5.2.5.1, prędkość tę można zastosować zamiast znamionowej prędkości obrotowej przy ustalaniu ograniczenia ciśnienia powietrza dolotowego.

6.5. Układ wydechowy silnika

Należy użyć układu wydechowego, który jest zamontowany wraz z silnikiem, lub układu odpowiadającego typowej konfiguracji eksploatacyjnej. Układ wydechowy musi spełniać wymagania dotyczące pobierania próbek emisji spalin określone w pkt 9.3. Zastosowany układ wydechowy silnika lub laboratoryjny układ badawczy musi charakteryzować się statycznym przeciwciśnieniem spalin w granicach od 80 do 100 % maksymalnej wartości ograniczenia ciśnienia spalin przy danej znamionowej prędkości obrotowej i pełnym obciążeniu. Ograniczenie ciśnienia spalin można ustalić przy pomocy zaworu. Jeżeli maksymalne ograniczenie ciśnienia spalin wynosi 5 kPa lub mniej, wartość zadana nie może się różnić od wartości maksymalnej o więcej niż 1,0 kPa. Jeżeli do przeprowadzenia cyklu badania zamiast znamionowej prędkości obrotowej stosuje się MTS zdefiniowaną w pkt 5.2.5.1, prędkość tę można zastosować zamiast znamionowej prędkości obrotowej przy ustalaniu ograniczenia ciśnienia spalin.

6.6. Silnik z układem wtórnej obróbki spalin

Jeżeli silnik jest wyposażony w układ wtórnej obróbki spalin, który nie jest bezpośrednio zamontowany na silniku, rura wydechowa na odcinku o długości co najmniej czterokrotności swojej średnicy przed komorą rozprężną (w kierunku przeciwnym do przepływu) zawierającą takie urządzenie do oczyszczania spalin musi mieć taką samą średnicę, jaka występuje w eksploatacji. Odległość od kołnierza kolektora wydechowego lub wylotu turbosprężarki doładowującej do układu wtórnej obróbki spalin musi być taka sama jak występująca w konfiguracji maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub mieścić się w specyfikacji odległości podanej przez producenta. W przypadkach określonych przez producenta należy zaizolować rurę, aby osiągnąć temperaturę na wlocie układu wstępnej obróbki spalin zgodnie ze specyfikacją producenta. Jeżeli producent określił inne wymogi dotyczące montażu, przy konfiguracji badania konieczne jest przestrzeganie również tych wymogów. Przeciwciśnienie spalin lub ograniczenia ciśnienia przepływu spalin należy określić zgodnie z pkt 6.5. W przypadku urządzenia wtórnej obróbki spalin o zmiennym ograniczeniu przepływu spalin maksymalne ograniczenie ciśnienia spalin zastosowane w pkt 6.5 określa się dla stanu układu wtórnej obróbki spalin (na poziomie dezaktywacji/starzenia się oraz regeneracji/obciążania) wskazanego przez producenta. Pojemnik z urządzeniem oczyszczającym można zdjąć podczas badania wstępnego (z użyciem makiet) oraz podczas odwzorowywania charakterystyki silnika i zastąpić równoważnym pojemnikiem, nieaktywnym pod względem katalitycznym.

Wartości emisji zmierzone w cyklu badania muszą być reprezentatywne dla emisji w warunkach drogowych. W przypadku silnika wyposażonego w układ oczyszczania spalin wymagający zużycia odczynnika producent wskazuje odczynnik, jaki należy zastosować we wszystkich badaniach.

W przypadku silników kategorii NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB, i ATS wyposażonych w układy wtórnej obróbki spalin z nieczęstą (okresową) regeneracją, jak opisano w pkt 6.6.2, wyniki badania emisji muszą być skorygowane, aby uwzględnić regenerację. W tym przypadku średnia emisji zależy od częstotliwości regeneracji wyrażonej jako ułamek liczby badań,

▼B

podczas których zachodzi regeneracja. Układy wtórnej obróbki spalin, w których proces regeneracji układu oczyszczania spalin zachodzi w sposób stały albo co najmniej raz na odpowiedni cykl badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC) lub RMC („regeneracja ciągła") zgodnie z pkt 6.6.1, nie wymagają specjalnej procedury badawczej.

6.6.1. Regeneracja ciągła

Dla układu wtórnej obróbki spalin opartego na procesie ciągłej regeneracji emisje mierzy się na ustabilizowanym układzie wtórnej obróbki spalin, co gwarantuje powtarzalne wydzielanie emisji. Proces regeneracji musi wystąpić co najmniej raz podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu, badania LSI-NRTC lub NRSC, a producent musi określić normalne warunki, w jakich zachodzi regeneracja (ilość sadzy, temperatura, przeciwciśnienie spalin itp.). Aby wykazać, że proces regeneracji jest ciągły, należy przeprowadzić co najmniej trzy przebiegi NRTC w cyklu gorącego rozruchu, LSI-NRTC lub NRSC. W przypadku NRTC w cyklu gorącego rozruchu silnik nagrzewa się zgodnie z pkt 7.8.2.1, poddaje kondycjonowaniu zgodnie z pkt 7.4.2.1 lit. b) i rozpoczyna się pierwsze badanie NRTC w cyklu gorącego rozruchu.

Kolejne badanie NRTC w cyklu gorącego rozruchu rozpoczyna się po kondycjonowaniu zgodnie z pkt 7.4.2.1 lit. b). Podczas badań należy rejestrować temperaturę i ciśnienie spalin (temperaturę przed i za układem wtórnej obróbki spalin, przeciwciśnienie spalin itp.). Układ wtórnej obróbki spalin uznaje się za zadowalający, jeżeli warunki zadeklarowane przez producenta wystąpią podczas badania przez wystarczająco długi czas, a wyniki emisji nie będą się różniły o więcej niż ± 25 % od średniej wartości lub 0,005 g/kWh, w zależności od tego, która wartość jest większa.

6.6.2. Regeneracja nieczęsta

Niniejszy przepis ma zastosowanie wyłącznie do silników wyposażonych w układ wtórnej obróbki spalin z regeneracją nieczęstą, zachodzącą zazwyczaj mniej niż raz na 100 godzin normalnej pracy silnika. W przypadku tych silników należy określić współczynniki addytywne lub mnożnikowe do celów dostosowania w górę i w dół, jak określono w pkt 6.6.2.4 („współczynnik dostosowania").

Badanie i opracowanie współczynników dostosowania wymagane jest tylko w przypadku jednego mającego zastosowanie cyklu badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC) lub RMC. Opracowane współczynniki można zastosować do wyników innych mających zastosowanie cykli badania, w tym NRSC z fazami dyskretnymi.

W przypadku braku dostępności współczynników dostosowania z badania z wykorzystaniem cyklu badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC) lub RMC należy określić współczynniki dostosowania za pomocą odpowiedniego badania NRSC z fazami dyskretnymi. Współczynniki opracowane z wykorzystaniem badania NRSC z fazami dyskretnymi można zastosować wyłącznie do cyklów badań NRSC z fazami dyskretnymi.

Przeprowadzenie badania i opracowanie współczynników dostosowania zarówno dla RMC, jak i dla NRSC z fazami dyskretnymi nie jest wymagane.

▼B

6.6.2.1. Wymóg ustalenia współczynników dostosowania z wykorzystaniem NRTC, LSI-NRTC lub RMC

Emisje mierzy się w co najmniej trzech przebiegach NRTC w cyklu gorącego rozruchu, LSI-NRTC lub RMC, przeprowadzonych jeden raz z regeneracją i dwa razy bez regeneracji na ustabilizowanym układzie wtórnej obróbki spalin. Proces regeneracji musi wystąpić co najmniej raz podczas NRTC, LSI-NRTC lub RMC z regeneracją. Jeżeli regeneracja trwa dłużej niż jedno badanie NRTC, LSI-NRTC lub RMC, przeprowadza się kolejne badania NRTC, LSI-NRTC lub RMC i kontynuuje pomiary emisji bez wyłączania silnika do czasu zakończenia regeneracji, a następnie oblicza się średnią z badań. Jeżeli podczas dowolnego badania regeneracja zostanie zakończona, badanie należy kontynuować do samego końca.

Dla całego mającego zastosowanie cyklu należy określić współczynnik dostosowania za pomocą równań od (6-10) do (6-13).

6.6.2.2. Wymóg dotyczący ustalania współczynników dostosowania za pomocą badania NRSC z fazami dyskretnymi

Począwszy od ustabilizowanego układu wtórnej obróbki spalin emisje mierzy się w przeprowadzanych co najmniej trzykrotnie fazach mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi, w których możliwe jest spełnienie warunków regeneracji, przeprowadzonych jeden raz z regeneracją i dwa razy bez regeneracji. Pomiar cząstek stałych należy przeprowadzić z wykorzystaniem metody wielofiltrowej opisanej w pkt 7.8.1.2 lit. c). Jeżeli regeneracja się rozpoczęła, lecz nie zakończy się do końca okresu próbkowania dla określonej fazy, należy przedłużyć okres próbkowania do czasu zakończenia regeneracji. W przypadku gdy tę samą fazę przeprowadza się wielokrotnie, należy obliczyć średni wynik. Proces ten należy powtórzyć w przypadku każdej fazy badania.

Dla całego mającego zastosowanie cyklu należy określić współczynnik dostosowania, za pomocą równań od (6-10) do (6-13) dla tych faz mającego zastosowanie cyklu, w których zachodzi regeneracja.

6.6.2.3. Ogólna procedura dotycząca określania współczynników dostosowania regeneracji nieczęstej (IRAF)

Producent deklaruje parametry normalnych warunków, w jakich zachodzi proces regeneracji (ilość sadzy, temperatura, przeciwciśnienie spalin itp.). Producent podaje także częstotliwość regeneracji wyrażoną jako liczba badań, podczas których zachodzi regeneracja. ►**M2** Dokładna procedura ustalania takiej częstotliwości jest uzgadniana na podstawie właściwej oceny technicznej przez organ udzielający homologacji. ◄

Do badań regeneracji producent dostarcza obciążony układ wtórnej obróbki spalin. Regeneracja nie może zachodzić podczas fazy kondycjonowania silnika. Opcjonalnie producent może przeprowadzać kolejne badania mającego zastosowanie cyklu do chwili uzyskania obciążenia układu wtórnej obróbki spalin. Pomiar emisji nie jest wymagany we wszystkich badaniach.

Średnie emisje pomiędzy fazami regeneracji należy ustalić na podstawie średniej arytmetycznej kilku w przybliżeniu jednakowo odległych badań mającego zastosowanie cyklu. Należy przeprowadzić co najmniej jeden mający zastosowanie cykl możliwie w jak najmniejszym odstępie czasu przed badaniem regeneracji i jeden mający zastosowanie cykl bezpośrednio po badaniu regeneracji.

▼B

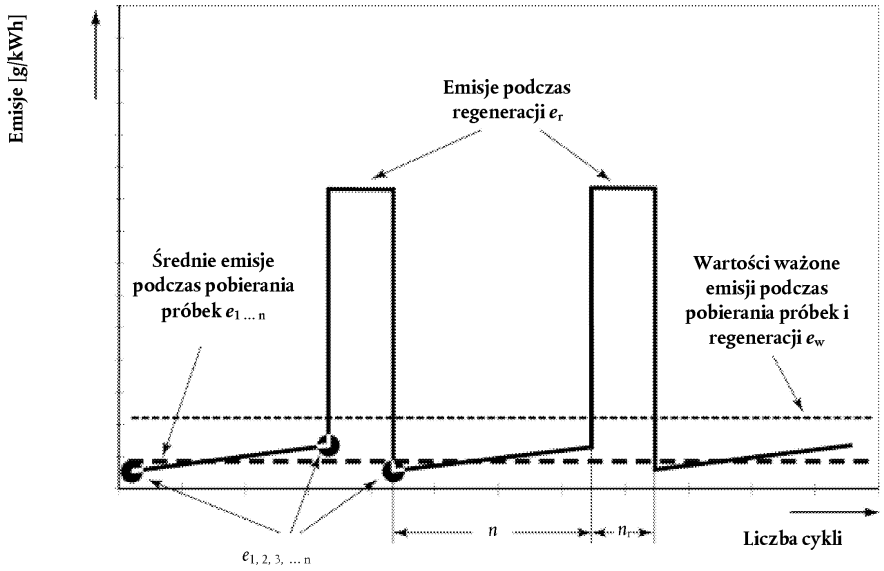
Podczas badania regeneracji rejestruje się wszystkie dane niezbędne do wykrycia regeneracji (emisje CO lub NO_x, temperatura przed i za układem wtórnej obróbki spalin, przeciwciśnienie spalin itp.). Podczas procesu regeneracji mające zastosowanie wartości graniczne emisji mogą zostać przekroczone. Procedurę badań przedstawiono w sposób schematyczny na rys. 6.1.

▼M2

Rysunek 6.1

Schemat nieczęstej regeneracji z liczbą pomiarów *n* i liczbą pomiarów w czasie regeneracji n_r

▼B



Średnie emisje jednostkowe dla badań przeprowadzonych zgodnie z pkt 6.6.2.1 lub 6.6.2.2. [g/kWh lub #/kWh] waży się za pomocą równania (6-9) (zob. rysunek 6.1):

▼M2

$$\overline{e}_w = \frac{n \cdot \overline{e} + n_r \cdot \overline{e}_r}{n + n_r} \qquad (6\text{-}9)$$

gdzie:

n oznacza liczbę badań, w których nie występuje regeneracja;

n_r oznacza liczbę badań, w których występuje regeneracja (co najmniej jedno badanie);

$\overline{e}$ oznacza średnią emisję jednostkową z badania, w którym nie występuje regeneracja [g/kWh lub #/kWh];

$\overline{e}_r$ oznacza średnią emisję jednostkową z badania, w którym występuje regeneracja [g/kWh lub #/kWh].

▼B

Na życzenie producenta i na podstawie właściwej oceny technicznej można wyliczyć mnożnikowy lub addytywny współczynnik dostosowania regeneracji k_r wyrażający średnie natężenie emisji dla wszystkich zanieczyszczeń gazowych oraz, w przypadku mających zastosowanie wartości granicznych, dla cząstek stałych i liczby cząstek stałych za pomocą równań od (6-10) do (6-13):

▼B

Mnożnikowy

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}} \quad \text{(współczynnik dostosowania w górę)} \qquad (6\text{-}10)$$

$$k_{\mathrm{rd,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}_r} \quad \text{(współczynnik dostosowania w dół)} \qquad (6\text{-}11)$$

▼B

Addytywny

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,a}} = \overline{e_w} - \overline{e} \quad \text{(współczynnik dostosowania w górę)} \qquad (6\text{-}12)$$

$$k_{\mathrm{rd,a}} = \overline{e_w} - \overline{e_r} \quad \text{(współczynnik dostosowania w dół)} \qquad (6\text{-}13)$$

▼B

6.6.2.4. Stosowanie współczynników dostosowania

Współczynniki dostosowania w górę mnoży się przez zmierzone natężenia emisji lub dodaje do tych wartości dla wszystkich badań, w których regeneracja nie występuje. Współczynniki dostosowania w dół mnoży się przez zmierzone natężenia emisji lub dodaje do tych wartości dla wszystkich badań, w których regeneracja występuje. Wystąpienie regeneracji musi być identyfikowane w sposób wyraźnie widoczny podczas wszystkich badań. Jeżeli nie zidentyfikowano regeneracji, należy zastosować współczynnik dostosowania w górę.

W odniesieniu do załącznika VII i dodatku 5 do załącznika VII dotyczących obliczeń emisji jednostkowych współczynnik dostosowania regeneracji:

a) gdy ustalono go dla całości ważonego cyklu, jest stosowany do wyników mających zastosowanie ważonych NRTC, LSI-NRTC i NRSC;

b) gdy ustalono go konkretnie dla poszczególnych faz mającego zastosowanie NRSC z fazami dyskretnymi, jest stosowany do wyników tych faz mającego zastosowanie NRSC z fazami dyskretnymi, w których regeneracja występuje przed obliczeniem wartości ważonych emisji dla danego cyklu. W takim przypadku aby dokonać pomiaru cząstek stałych, należy zastosować metodę wielofiltrową;

c) może być rozszerzony na inne silniki z tej samej rodziny;

d) może być rozszerzony na inne rodziny silników w obrębie tej samej rodziny silników ze względu na układ wtórnej obróbki spalin, jak określono w załączniku IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, po uprzednim zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu na podstawie dostarczonych przez producenta dowodów technicznych wykazujących, że emisje są podobne.

Zastosowanie mają następujące warianty:

a) producent może pominąć współczynniki dostosowania dla jednej rodziny lub kilku rodzin silników (lub konfiguracji) z uwagi na to, że wpływ regeneracji jest niewielki lub trudno jest zidentyfikować kiedy występuje regeneracja. W takich przypadkach nie stosuje się współczynników dostosowania, a producent jest odpowiedzialny za zgodność z wartościami granicznymi emisji dla wszystkich badań, niezależnie od tego, czy występuje regeneracja;

▼M2

b) na wniosek producenta organ udzielający homologacji typu może uwzględnić występowanie regeneracji w inny sposób niż na podstawie lit. a). Opcja ta dotyczy jednak tylko tych

▼M2

regeneracji, które zachodzą skrajnie rzadko, i których nie można w praktyce uwzględnić za pomocą współczynników dostosowania opisanych w pkt 6.6.2.3.

▼B

6.7. Układ chłodzenia

Należy stosować układ chłodzenia silnika o sprawności wystarczającej do utrzymania silnika, włącznie z temperaturą powietrza dolotowego, oleju, cieczy chłodzącej, bloku i głowicy silnika, w granicach normalnej temperatury roboczej przewidzianej przez producenta. Można stosować dodatkowe chłodnice i wentylatory laboratoryjne.

6.8. Olej smarowy

Olej smarowy jest określany przez producenta i musi być reprezentatywny dla olejów smarowych dostępnych na rynku, przy czym specyfikacje oleju smarowego użytego podczas badania należy odnotować i przedstawić w wynikach badań.

6.9. Specyfikacje dla paliwa wzorcowego

Paliwa wzorcowe, które należy zastosować w badaniu, określono w załączniku IX.

Temperatura paliwa musi być zgodna z zaleceniami producenta. Temperaturę paliwa mierzy się na wlocie pompy paliwowej wtryskowej lub zgodnie z zaleceniami producenta oraz zapisuje miejsce pomiaru.

6.10. Emisje ze skrzyni korbowej

Niniejsza sekcja ma zastosowanie do silników kategorii NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB i ATS, które spełniają wartości graniczne emisji dla etapu V określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

Emisje ze skrzyni korbowej, które są odprowadzane bezpośrednio do otaczającej atmosfery, są dodawane do emisji spalin (fizycznie lub matematycznie) podczas wszystkich badań emisji.

Producenci korzystający z tego wyjątku muszą instalować silniki w sposób umożliwiający skierowanie wszystkich emisji ze skrzyni korbowej do układu pobierania próbek emisji. Na potrzeby niniejszego punktu emisji ze skrzyni korbowej kierowanych do przewodów wydechowych przed układem wtórnej obróbki spalin (w kierunku przeciwnym do przepływu) podczas całej pracy silnika nie uznaje się za emisje odprowadzane bezpośrednio do otaczającej atmosfery.

Emisje z otwartej skrzyni korbowej muszą być kierowane do układu wydechowego w celu przeprowadzenia pomiaru emisji w następujący sposób:

a) materiały, z których wykonane są przewody, muszą mieć gładkie ścianki, przewodzić prąd elektryczny i nie mogą wchodzić w reakcje z emisjami ze skrzyni korbowej. Długość przewodów należy ograniczyć do minimum;

b) liczbę łuków rurowych w stosowanych w laboratorium przewodach skrzyni korbowej należy ograniczyć do minimum, a promień każdego łuku rurowego, którego nie da się uniknąć, musi być jak największy;

c) stosowane w laboratorium przewody wydechowe skrzyni korbowej muszą spełniać specyfikacje producenta silnika w odniesieniu do przeciwciśnienia w skrzyni korbowej;

d) przewody wydechowe skrzyni korbowej muszą być podłączone do układu wydechowego spalin nierozcieńczonych za układem wtórnej obróbki spalin (w kierunku przepływu) i za wszelkim ograniczeniem emisji spalin (w kierunku przepływu) oraz przed wszystkimi sondami próbkującymi (w kierunku przeciwnym do

▼B

przepływu) w odległości zapewniającej całkowite wymieszanie ze spalinami pochodzącymi z silnika przed pobraniem próbek. Przewód wydechowy skrzyni korbowej musi być wprowadzony w swobodny strumień układu wydechowego, aby uniknąć efektu warstwy granicznej i ułatwić wymieszanie. Wylot przewodu wydechowego skrzyni korbowej może być skierowany w dowolnym kierunku względem strumienia spalin nierozcieńczonych.

7. Procedury badań

7.1. Wprowadzenie

W niniejszym rozdziale opisano metodę oznaczania emisji jednostkowych zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z badanych silników. Badany silnik musi posiadać konfigurację silnika macierzystego dla danej rodziny silników, jak określono w załączniku IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

Laboratoryjne badanie emisji składa się z pomiarów emisji i innych parametrów dla cykli badania określonych w załączniku XVII. Uwzględniono następujące aspekty:

a) konfiguracje laboratoryjne do pomiaru emisji jednostkowych (pkt 7.2);

b) procedury weryfikacyjne przed badaniem i po badaniu (pkt 7.3);

c) cykle badania (pkt 7.4);

d) ogólną sekwencję badania (pkt 7.5);

e) odwzorowanie charakterystyki silnika (pkt 7.6);

f) odtwarzanie cykli badawczych (pkt 7.7);

g) procedurę przebiegu poszczególnych cykli badania (pkt 7.8).

7.2. Zasady pomiaru emisji

W celu pomiaru emisji jednostkowych silnik jest uruchamiany w odpowiednich cyklach badania określonych w pkt 7.4. Pomiar emisji jednostkowych wymaga wyznaczenia masy zanieczyszczeń znajdujących się w emitowanych spalinach (tj. HC, CO, NO_x i cząstek stałych), liczby cząstek stałych znajdujących się w emitowanych spalinach (tj. PN), masy CO_2 znajdującego się w spalinach oraz odpowiedniej pracy silnika.

7.2.1. Masa składnika

Masę całkowitą każdego składnika wyznacza się w odpowiednim cyklu badania za pomocą następujących metod:

7.2.1.1. Ciągłe pobieranie próbek

Przy ciągłym pobieraniu próbek stężenie składnika mierzy się w sposób ciągły w spalinach nierozcieńczonych lub rozcieńczonych. Stężenie to mnoży się przez ciągłe natężenie przepływu spalin (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w miejscu pobierania próbek emisji, aby ustalić natężenie przepływu składnika. Emisje danego składnika są sumowane w sposób ciągły przez cały przedział czasowy badania. Otrzymana suma stanowi całkowitą masę emitowanego składnika.

▼B

7.2.1.2. Okresowe pobieranie próbek

Przy okresowym pobieraniu próbek próbka nierozcieńczonych lub rozcieńczonych spalin jest pobierana w sposób ciągły i zachowywana w celu późniejszego przeprowadzenia pomiaru. Pobrana próbka musi być proporcjonalna do natężenia przepływu spalin nierozcieńczonych lub rozcieńczonych. Do przykładów okresowego pobierania próbek zalicza się gromadzenie rozcieńczonych emisji gazowych w worku i gromadzenie cząstek stałych na filtrze. Zasadniczo metoda obliczania emisji jest następująca: stężenia określone w wyniku okresowego pobierania próbek mnoży się przez całkowitą masę spalin lub przepływ masowy spalin (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych), z których została pobrana próbka podczas cyklu badania. Otrzymany iloczyn stanowi całkowitą masę lub przepływ masowy emitowanego składnika. W celu obliczenia stężenia cząstek stałych ilość cząstek stałych nagromadzonych na filtrze z pobranych w sposób proporcjonalny próbek spalin dzieli się przez ilość przefiltrowanych spalin.

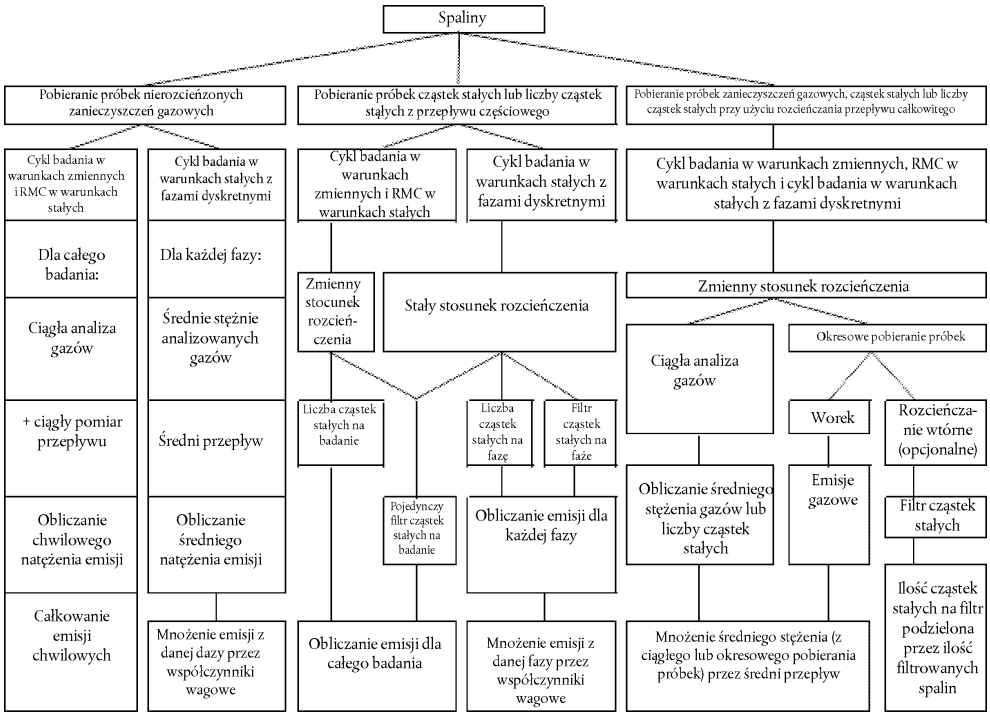
7.2.1.3. Kombinowane pobieranie próbek

Dopuszcza się wszelkie kombinacje ciągłego i okresowego pobierania próbek (np. okresowe pobieranie próbek cząstek stałych i ciągłe pobieranie próbek emisji gazowych).

Na rysunku 6.2 zobrazowano dwa aspekty procedur badań do pomiaru emisji: urządzenia z liniami do pobierania próbek nierozcieńczonych i rozcieńczonych gazów spalinowych oraz czynności wymagane do obliczenia emisji zanieczyszczeń w cyklach badania w warunkach stałych i zmiennych.

Rysunek 6.2

Procedury badań do pomiarów emisji



Uwaga do rysunku 6.2: Pojęcie „pobieranie próbek cząstek stałych z przepływu częściowego” obejmuje rozcieńczanie przepływu częściowego w celu pobierania tylko spalin nierozcieńczonych przy stałym lub zmiennym stosunku rozcieńczenia.

▼B

7.2.2. Wyznaczenie pracy

Pracę w cyklu badania wyznacza się poprzez synchroniczne mnożenie wartości prędkości obrotowej i momentu hamującego do obliczenia chwilowych wartości siły hamowania silnika. Pracę całkowitą oblicza się poprzez całkowanie siły hamowania silnika w cyklu badania.

7.3. Weryfikacja i wzorcowanie

7.3.1. Procedury przed badaniem

▼M2

7.3.1.1. Wymogi ogólne dotyczące kondycjonowania wstępnego układu pobierania próbek i silnika

▼B

Aby uzyskać stabilne warunki, przed rozpoczęciem sekwencji badawczej układ pobierania próbek i silnik poddaje się kondycjonowaniu wstępnemu, jak określono w niniejszym punkcie.

Celem kondycjonowania wstępnego silnika jest osiągnięcie reprezentatywności emisji i sterowaniem emisją w trakcie cyklu pracy oraz zmniejszenie obciążenia, aby uzyskać stabilne warunki dla kolejnego badania emisji.

Pomiarów emisji można dokonywać w trakcie cykli kondycjonowania wstępnego, o ile wstępnie określona liczba cykli kondycjonowania wstępnego jest przeprowadzana, a układ pomiarowy uruchomiono zgodnie z wymogami określonymi w pkt 7.3.1.4. Ilość kondycjonowania wstępnego określa producent silnika przed rozpoczęciem takiego kondycjonowania. Kondycjonowanie wstępne przeprowadza się w następujący sposób, zwracając uwagę, że poszczególne cykle na potrzeby kondycjonowania wstępnego są takie same jak cykle mające zastosowanie do badań emisji.

▼M2

Silniki wyposażone w układ wtórnej obróbki spalin mogą pracować przed kondycjonowaniem wstępnym właściwym dla danego cyklu określonym w pkt 7.3.1.1.1–7.3.1.1.4, aby umożliwić regenerację układu wtórnej obróbki spalin oraz, w stosownych przypadkach, przywrócenie ładunku sadzy w układzie filtra cząstek stałych.

▼B

7.3.1.1.1. Kondycjonowanie wstępne dla przebiegu NRTC w cyklu zimnego rozruchu

Silnik należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, które polega na przeprowadzeniu co najmniej jednego NRTC w cyklu gorącego rozruchu. Bezpośrednio po zakończeniu każdego z cykli kondycjonowania wstępnego należy wyłączyć silnik oraz zakończyć okres wygrzewania w warunkach wyłączonego silnika. Bezpośrednio po zakończeniu ostatniego cyklu kondycjonowania wstępnego należy wyłączyć silnik oraz rozpocząć chłodzenie silnika opisane w pkt 7.3.1.2.

7.3.1.1.2. Kondycjonowanie wstępne dla przebiegu NRTC w cyklu gorącego rozruchu lub dla LSI-NRTC

W niniejszym punkcie opisano kondycjonowanie wstępne, które należy zastosować, gdy planowane jest pobieranie próbek emisji w ramach badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu bez przeprowadzania NRTC w cyklu zimnego rozruchu lub w przypadku LSI-NRTC. Silnik należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, które polega na przeprowadzeniu co najmniej jednego badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu lub LSI-NRTC w zależności od przypadku. Bezpośrednio po zakończeniu każdego z cykli kondycjonowania wstępnego należy wyłączyć silnik, a następnie tak szybko, jak to możliwe, rozpocząć kolejny cykl. Zaleca się rozpoczęcie kolejnego cyklu kondycjonowania wstępnego w ciągu 60 sekund

▼B

od zakończenia ostatniego cyklu kondycjonowania wstępnego. W stosownych przypadkach po ostatnim cyklu kondycjonowania wstępnego należy zastosować odpowiedni okres wygrzewania (badanie NRTC w cyklu gorącego rozruchu) lub chłodzenia (LSI-NRTC) przed włączeniem silnika w celu przeprowadzenia badania emisji. Jeżeli nie stosuje się żadnego okresu wygrzewania ani chłodzenia, zaleca się rozpoczęcie badania emisji w ciągu 60 sekund od zakończenia ostatniego cyklu kondycjonowania wstępnego.

7.3.1.1.3. Kondycjonowanie wstępne w przypadku NRSC z fazami dyskretnymi

W przypadku kategorii silników innych niż NRS i NRSh silnik należy rozgrzać i musi on pracować do ustabilizowania się temperatur w silniku (cieczy chłodzącej i oleju smarowego) przy 50 % prędkości obrotowej i 50 % momentu obrotowego dla wszelkich cykli badania NRSC z fazami dyskretnymi innych niż cykle typu D2, E2 lub G, lub przy nominalnej prędkości obrotowej silnika i 50 % momentu obrotowego dla wszelkich cykli badania NRSC z fazami dyskretnymi typu D2, E2 lub G. Wartość 50 % prędkości oblicza się zgodnie z pkt 5.2.5.1 w przypadku silnika, dla którego MTS stosuje się w celu odtworzenia testowych prędkości obrotowych, a w przypadku wszystkich innych silników – zgodnie z pkt 7.7.1.3. Wartość 50 % momentu obrotowego definiuje się jako 50 % maksymalnego dostępnego momentu obrotowego przy tej prędkości obrotowej. Badanie emisji należy rozpocząć bez wyłączania silnika.

W przypadku kategorii silników NRS i NRSh silnik należy rozgrzać zgodnie z zaleceniami producenta oraz właściwą oceną techniczną. Przed rozpoczęciem pobierania próbek emisji silnik musi pracować w fazie 1 odpowiedniego cyklu badania do momentu ustabilizowania się temperatur w silniku. Badanie emisji należy rozpocząć bez wyłączania silnika.

7.3.1.1.4. Kondycjonowanie wstępne w przypadku RMC

Producent silnika wybiera jedną z następujących sekwencji kondycjonowania wstępnego a) lub b). Silnik poddaje się kondycjonowaniu wstępnemu zgodnie z wybraną sekwencją.

a) Silnik należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, które polega na przeprowadzeniu co najmniej drugiej połowy RMC w zależności od liczby faz badania. Między cyklami nie można wyłączać silnika. Bezpośrednio po zakończeniu każdego z cykli kondycjonowania wstępnego należy jak najszybciej rozpocząć kolejny cykl (w tym badanie emisji). Gdy jest to możliwe, zaleca się rozpoczęcie kolejnego cyklu w ciągu 60 sekund od zakończenia ostatniego cyklu kondycjonowania wstępnego.

b) Silnik należy rozgrzać i musi on pracować do ustabilizowania się temperatur w silniku (cieczy chłodzącej i oleju smarowego) przy 50 % prędkości obrotowej i 50 % momentu obrotowego dla wszelkich cykli badania RMC innych niż cykle typu D2, E2 lub G, lub przy nominalnej prędkości obrotowej silnika i 50 % momentu obrotowego dla wszelkich cykli badania RMC innych niż cykle typu D2, E2 lub G. Wartość 50 % prędkości oblicza się zgodnie z pkt 5.2.5.1 w przypadku silnika, dla którego MTS stosuje się w celu odtworzenia testowych prędkości obrotowych, a w przypadku wszystkich innych silników – zgodnie z pkt 7.7.1.3. Wartość 50 % momentu obrotowego definiuje się jako 50 % maksymalnego dostępnego momentu obrotowego przy tej prędkości obrotowej.

▼M2

_____

▼M2

7.3.1.2. Ochłodzenie silnika (NRTC)

Można zastosować procedurę naturalnego lub wymuszonego chłodzenia. W przypadku wymuszonego chłodzenia stosuje się właściwą ocenę techniczną w celu przygotowania układu nawiewającego chłodzące powietrze w stronę silnika, tłoczącego zimny olej przez układ smarowania silnika, odprowadzającego ciepło z cieczy chłodzącej w układzie chłodzenia silnika oraz odprowadzającego ciepło z układu wtórnej obróbki spalin. W przypadku wymuszonego chłodzenia układu wtórnej obróbki spalin powietrze chłodzące nie może być zastosowane, dopóki układ wtórnej obróbki spalin nie ochłodzi się poniżej swojej temperatury aktywacji katalizatora. Niedozwolone są wszelkie procedury chłodzenia, w wyniku których poziom emisji silnika nie jest reprezentatywny.

7.3.1.3. Sprawdzanie zanieczyszczenia węglowodorami

Jeżeli istnieje podejrzenie istotnego zanieczyszczenia węglowodorami w układzie pomiaru gazów spalinowych, zanieczyszczenie to można sprawdzić za pomocą gazu zerowego i odpowiednio skorygować ustawienie. Jeżeli konieczne jest sprawdzenie ilości zanieczyszczenia w układzie pomiarowym oraz układzie pomiaru węglowodorów tła, należy je wykonać w ciągu 8 godzin przed rozpoczęciem każdego cyklu badawczego. Wartości należy zapisać w celu późniejszego wprowadzenia poprawek. Przed tą kontrolą należy wykonać próbę szczelności i wywzorcować analizator FID.

7.3.1.4. Przygotowanie urządzeń pomiarowych do pobierania próbek

Przed rozpoczęciem pobierania próbek emisji należy wykonać następujące czynności:

a) w ciągu 8 godzin przed pobraniem próbek emisji przeprowadza się próby szczelności zgodnie z pkt 8.1.8.7;

b) przy okresowym pobieraniu próbek podłącza się czyste zasobniki, na przykład opróżnione worki lub filtry o zmierzonej tarze;

c) wszystkie przyrządy pomiarowe uruchamia się zgodnie z instrukcjami producenta i właściwą oceną techniczną;

d) uruchamia się układy rozcieńczania, pompy do pobierania próbek, wentylatory chłodzące i system gromadzenia danych;

e) natężenia przepływu próbek dostosowuje się do pożądanych poziomów, w razie potrzeby stosując przepływ bocznikowy;

f) wymienniki ciepła w układzie pobierania próbek wstępnie rozgrzewa się lub schładza do ich temperatur roboczych w badaniu;

g) należy umożliwić ustabilizowanie się elementów podgrzewanych lub chłodzonych do ich temperatury roboczej, takich jak linie pobierania próbek, filtry, urządzenia schładzające i pompy;

h) układ rozcieńczania przepływu spalin włącza się co najmniej 10 minut przed sekwencją badania;

i) wykonuje się wzorcowanie analizatorów gazowych i zerowanie analizatorów ciągłych zgodnie z procedurą z pkt 7.3.1.5;

j) wszelkie elektroniczne urządzenia całkujące należy wyzerować lub ponownie wyzerować przed rozpoczęciem każdego przedziału czasowego badania.

7.3.1.5. Wzorcowanie analizatorów gazowych

Należy wybrać odpowiednie zakresy pomiarowe analizatorów gazowych. Dozwolone jest stosowanie analizatorów emisji z automatycznym lub manualnym przełączaniem zakresu. Zakresu analizatorów emisji nie można przełączać podczas badania z wykorzystaniem cykli badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC) lub RMC oraz podczas okresu pobierania próbek emisji

▼M2

gazowych pod koniec każdej fazy badania NRSC z fazami dyskretnymi. Nie można też przełączać wartości wzmocnienia analogowego wzmacniacza operacyjnego lub analogowych wzmacniaczy operacyjnych analizatora w trakcie cyklu badania.

Wszystkie analizatory ciągłe należy wyzerować i ustawić ich zakres pomiarowy, używając gazów spełniających wymagania norm międzynarodowych, które spełniają wymagania określone w pkt 9.5.1. Zakres pomiarowy analizatorów FID należy ustawić na podstawie liczby atomów węgla równej jeden (C_1).

7.3.1.6. Kondycjonowanie wstępne i ważenie tary filtrów cząstek stałych

Należy zastosować procedury kondycjonowania wstępnego i ważenia tary filtrów cząstek stałych zgodnie z pkt 8.2.3.

▼B

7.3.2. Procedury po badaniu

Po zakończeniu pobierania próbek emisji należy wykonać następujące czynności:

7.3.2.1. Weryfikacja proporcjonalnego pobierania próbek

W odniesieniu do każdej proporcjonalnej próbki pobieranej okresowo, takiej jak próbka z worka do pobierania próbek lub próbka cząstek stałych, należy sprawdzić, czy zastosowano proporcjonalne pobieranie próbek zgodnie z pkt 8.2.1. Dla metody jednofiltrowej i cyklu w warunkach stałych z fazami dyskretnymi należy obliczyć efektywny współczynnik wagowy dla cząstek stałych. Każdą próbkę, która nie spełnia wymaganiami pkt 8.2.1, uznaje się za nieważną.

7.3.2.2. Kondycjonowanie i ważenie cząstek stałych po badaniu

Po użyciu filtry do pobierania próbek cząstek stałych umieszcza się w przykrytym lub uszczelnionym pojemniku bądź zamyka się obsadki filtra, aby zabezpieczyć filtry do pobierania próbek przed otaczającymi zanieczyszczeniami. Zabezpieczone w ten sposób filtry z ładunkiem umieszcza się z powrotem w komorze lub pomieszczeniu do kondycjonowania filtrów cząstek stałych. Następnie filtry do pobierania próbek cząstek stałych kondycjonuje się i waży zgodnie z pkt 8.2.4 (procedury kondycjonowania po badaniu i ważenia całkowitego filtra cząstek stałych).

7.3.2.3. Analiza próbek gazów pobranych okresowo

Następujące czynności wykonuje się tak szybko, jak jest to możliwe:

a) wszystkie okresowe analizatory gazów należy wyzerować i ustawić ich zakres pomiarowy nie później niż w ciągu 30 minut po zakończeniu cyklu lub w trakcie okresu wygrzewania, jeżeli można sprawdzić, czy analizatory gazowe są nadal stabilne;

b) wszelkie konwencjonalne próbki gazów pobrane okresowo analizuje się nie później niż w ciągu 30 minut po zakończeniu NRTC w cyklu gorącego rozruchu lub w trakcie okresu wygrzewania;

c) próbki tła analizuje się nie później niż w ciągu 60 minut po zakończeniu NRTC w cyklu gorącego rozruchu.

7.3.2.4. Weryfikacja pełzania

Po oznaczeniu ilościowym gazu spalinowego sprawdza się błąd pełzania w następujący sposób:

a) w przypadku analizatorów gazowych okresowych i ciągłych odnotowuje się średnią wartość analizatora po ustabilizowaniu gazu zerowego przez analizator. Stabilizacja może obejmować czas potrzebny do oczyszczenia analizatora z próbek gazu oraz ewentualny dodatkowy czas na uwzględnienie odpowiedzi analizatora;

▼B

b) odnotowuje się średnią wartość analizatora po ustabilizowaniu gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego przez analizator. Stabilizacja może obejmować czas potrzebny do oczyszczenia analizatora z próbek gazu oraz ewentualny dodatkowy czas na uwzględnienie odpowiedzi analizatora;

c) dane te wykorzystuje się do walidacji i poprawek ze względu na błąd pełzania, jak opisano w pkt 8.2.2.

▼M2

7.4. Cykle badania

Badanie na potrzeby udzielenia homologacji typu UE przeprowadza się z wykorzystaniem odpowiedniego cyklu badania NRSC oraz, w stosowanych przypadkach, NRTC lub LSI-NRTC, określonego w art. 18 rozporządzenia (UE) 2016/1628 i w załączniku IV do tego rozporządzenia. Specyfikacje techniczne i charakterystykę cykli NRSC, NRTC i LSI-NRTC określono w załączniku XVII do niniejszego rozporządzenie, zaś metodę określania ustawień momentu obrotowego, mocy i prędkości dla tych cykli badania określono w sekcji 5.2.

▼B

7.4.1. Cykle badania w warunkach stałych

Cykle badania maszyn nieporuszających się po drogach w warunkach stałych (NRSC) określono w dodatkach 1 i 2 do załącznika XVII jako wykaz faz dyskretnych NRSC (punktów roboczych), przy czym każdy punkt roboczy charakteryzuje się jedną wartością prędkości obrotowej i jedną wartością momentu obrotowego. Pomiary w cyklu NRSC przeprowadza się na rozgrzanym i pracującym silniku zgodnie ze specyfikacjami producenta. Zależnie od decyzji producenta cykl NRSC można przeprowadzić jako NRSC z fazami dyskretnymi lub jako RMC, jak wyjaśniono w pkt 7.4.1.1 i 7.4.1.2. Przeprowadzenie badania emisji zgodnie z zarówno pkt 7.4.1.1, jak i 7.4.1.2 nie jest wymagane.

7.4.1.1. NRSC z fazami dyskretnymi

NRSC z fazami dyskretnymi to cykle gorącego rozruchu, w których pomiar emisji rozpoczyna się po tym, jak silnik zostanie uruchomiony, rozgrzany i będzie pracować, jak określono w pkt 7.8.1.2. Każdy cykl obejmuje pewną liczbę faz prędkości obrotowej i obciążenia (z odpowiednim współczynnikiem wagowym dla każdej fazy) reprezentujących typowy zakres roboczy określonej kategorii silników.

7.4.1.2. NRSC ze zmianami jednostajnymi między fazami

RMC to cykle gorącego rozruchu, w których pomiar emisji rozpoczyna się po tym, jak silnik zostanie uruchomiony, rozgrzany i będzie pracować, jak określono w pkt 7.8.2.1. Podczas cyklu RMC silnik jest w sposób ciągły sterowany przez jednostkę sterującą stanowiska badawczego. Podczas cyklu RMC emisje gazów i cząstek stałych mierzy się i próbkuje w sposób ciągły, w taki sam sposób jak w cyklach badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC).

Celem badania RMC jest zapewnienie metody wykonania badania w warunkach stałych w warunkach pseudo-zmiennych. Każde badanie RMC składa się z serii faz w warunkach stałych, między którymi występuje przejście liniowe. Względny całkowity czas trwania każdej fazy oraz poprzedzającego ją przejścia odpowiada współczynnikom wagowym NRSC z fazami dyskretnymi. Zmiana prędkości obrotowej i obciążenia silnika pomiędzy jedną fazą a drugą musi być sterowana liniowo w czasie wynoszącym 20 ±1 sekund. Czas zmiany fazy zalicza się do nowej fazy (włącznie z pierwszą fazą). W niektórych przypadkach faz nie przeprowadza się w tej samej kolejności co w NRSC z fazami dyskretnymi lub dzieli się je, aby uniknąć skrajnych zmian temperatury.

▼B

7.4.2. Cykle badania w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)

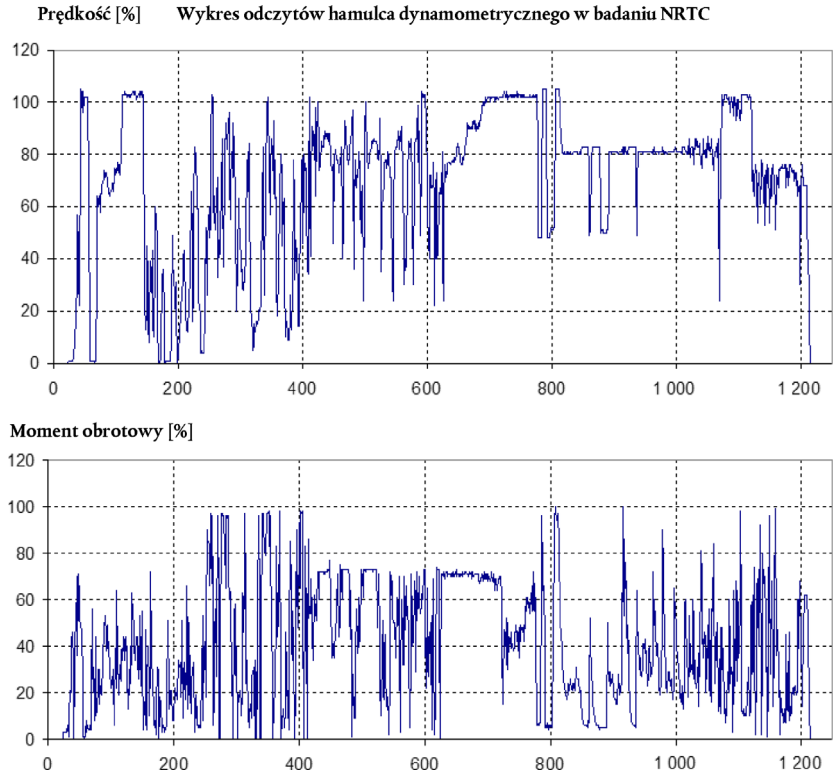
Cykl badania w warunkach zmiennych dla maszyn nieporuszających się po drogach w odniesieniu do silników kategorii NRE (NRTC) oraz cykl badania w warunkach zmiennych dla maszyn nieporuszających się po drogach w odniesieniu do dużych silników o zapłonie iskrowym kategorii NRS (LSI-NRTC) określono w dodatku 3 do załącznika XVII w formie sekwencji znormalizowanych wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego przedstawionych w odstępach jednosekundowych. W celu wykonania badania na hamowni silników znormalizowane wartości należy przeliczyć na odpowiadające im wartości odniesienia dla danego badanego silnika, w oparciu o poszczególne wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego z krzywej charakterystyki odwzorowania silnika. Przeliczenie to określane jest mianem denormalizacji, a uzyskany w ten sposób cykl badania określa się jako cykl odniesienia NRTC lub LSI-NRTC dla badanego silnika (zob. pkt 7.7.2).

7.4.2.1. Sekwencja badania dla NRTC

Graficzną prezentację znormalizowanych tabeli obciążeń hamulca dynamometrycznego w badaniu NRTC przedstawiono na rysunku 6.3.

Rysunek 6.3

Znormalizowana tabela obciążeń hamulca dynamometrycznego w badaniu NRTC



Cykl NRTC przeprowadza się dwa razy po zakończeniu kondycjonowania wstępnego (zob. pkt 7.3.1.1.1) zgodnie z następującą procedurą:

▼M2

a) przebieg w cyklu zimnego rozruchu rozpoczyna się po ochłodzeniu silnika i układów wtórnej obróbki spalin do temperatury otoczenia po naturalnym ochłodzeniu silnika albo po wymuszonym ochłodzeniu oraz ustabilizowaniu temperatury silnika, cieczy chłodzącej i oleju w silniku, układów wtórnej obróbki

▼M2

spalin i wszystkich urządzeń sterujących silnika w przedziale między 293 K a 303 K (20 °C a 30 °C). W przypadku tego przebiegu pomiar emisji rozpoczyna się od uruchomienia zimnego silnika;

▼B

b) okres wygrzewania rozpoczyna się bezpośrednio po zakończeniu fazy zimnego rozruchu. Silnik należy wyłączyć i poddać kondycjonowaniu do celów gorącego rozruchu za pomocą wygrzewania przez okres 20 ± 1 min;

▼M2

c) przebieg w cyklu gorącego rozruchu rozpoczyna się bezpośrednio po okresie wygrzewania poprzez rozruch silnika. Analizatory gazowe należy włączyć na co najmniej 10 sekund przed zakończeniem okresu wygrzewania, aby uniknąć przełączania wartości szczytowych sygnałów. W przypadku tego przebiegu pomiar emisji rozpoczyna się równolegle z rozruchem silnika.

Emisje jednostkowe wyrażone w (g/kWh) lub liczbie na kilowatogodzinę (#/kWh) w przypadku liczby cząstek stałych, oznacza się za pomocą procedur opisanych w niniejszej sekcji dla cyklu badania zarówno przy zimnym, jak i gorącym rozruchu. Łączne ważone wartości emisji oblicza się poprzez ważenie wyników dla zimnego rozruchu przez 10 %, a dla gorącego rozruchu przez 90 %, jak wyjaśniono szczegółowo w załączniku VII.

▼B

7.4.2.2. Sekwencja badania dla LSI-NRTC

Cykl LSI-NRTC przeprowadza się raz jako przebieg w cyklu gorącego rozruchu po zakończeniu kondycjonowania wstępnego (zob. pkt 7.3.1.1.2) zgodnie z następującą procedurą:

a) silnik należy uruchomić i pracować przez pierwsze 180 sekund cyklu pracy, a następnie na biegu jałowym bez obciążenia przez 30 sekund. Nie należy mierzyć emisji w czasie tej sekwencji rozgrzewania;

b) pod koniec 30-sekundowego okresu pracy na biegu jałowym należy rozpocząć pomiar emisji a silnik musi pracować od początku przez cały cykl pracy (czas: 0 sek.).

Emisje jednostkowe wyrażone w g/kWh oznacza się za pomocą procedur opisanych w załączniku VII.

Jeżeli silnik pracował już przed badaniem, należy zastosować właściwą ocenę techniczną w celu umożliwienia wystarczającego schłodzenia silnika, aby zmierzone emisje dokładnie odzwierciedlały wartości emisji dla silnika uruchomionego w temperaturze pokojowej. Przykładowo jeżeli silnik uruchomiony w temperaturze pokojowej w ciągu trzech minut rozgrzeje się wystarczająco, aby rozpocząć pracę w obiegu zamkniętym i osiągnąć pełną aktywność katalityczną, konieczne jest minimalne schłodzenie silnika przed rozpoczęciem kolejnego badania.

▼B

Za uprzednią zgodą służby technicznej w trakcie procedury rozgrzewania silnik może być uruchomiony przez maksymalnie 15 minut w cyklu pracy.

7.5. Ogólna sekwencja badania

W celu pomiaru emisji silnika należy wykonać następujące czynności:

a) prędkości obrotowe i obciążenia badawcze dla badanego silnika należy określić poprzez pomiar maksymalnego momentu obrotowego (dla silników o stałej prędkości obrotowej) lub krzywej maksymalnego momentu obrotowego (dla silników o zmiennej prędkości obrotowej) w funkcji prędkości obrotowej silnika;

b) znormalizowane cykle badawcze należy zdenormalizować przy użyciu momentu obrotowego (dla silników o stałej prędkości obrotowej) lub prędkości obrotowych i momentów obrotowych (dla silników o zmiennej prędkości obrotowej), wskazanych w poprzednim pkt 7.5 lit. a);

c) silnik, wyposażenie i przyrządy pomiarowe należy przygotować do kolejnego badania emisji lub serii badań (przebiegu w cyklu zimnego i gorącego rozruchu) z wyprzedzeniem;

d) należy wykonać procedury przed badaniem, aby sprawdzić prawidłowe działanie odpowiedniego wyposażenia i analizatorów. Wszystkie analizatory należy wywzorcować. Wszystkie dane sprzed badania należy zapisać;

e) silnik należy uruchomić (NRTC) lub utrzymywać w stanie pracy (cykle w warunkach stałych i LSI-NRTC) na początku cyklu badawczego oraz jednocześnie uruchomić układy pobierania próbek;

f) emisje i inne wymagane parametry mierzy się lub zapisuje w czasie próbkowania (dla cykli NRTC, LSI-NRTC i RMC przez cały cykl badania);

g) należy wykonać procedury po badaniu, aby sprawdzić prawidłowe działanie odpowiedniego wyposażenia i analizatorów;

▼M2

h) filtry cząstek stałych należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, zważyć (waga pustego filtra), obciążyć, poddać ponownemu kondycjonowaniu, ponownie zważyć (waga obciążonego filtra), a następnie ocenić próbki zgodnie z procedurami przed wykonaniem (pkt 7.3.1.6) i po wykonaniu (pkt 7.3.2.2) badania;

▼B

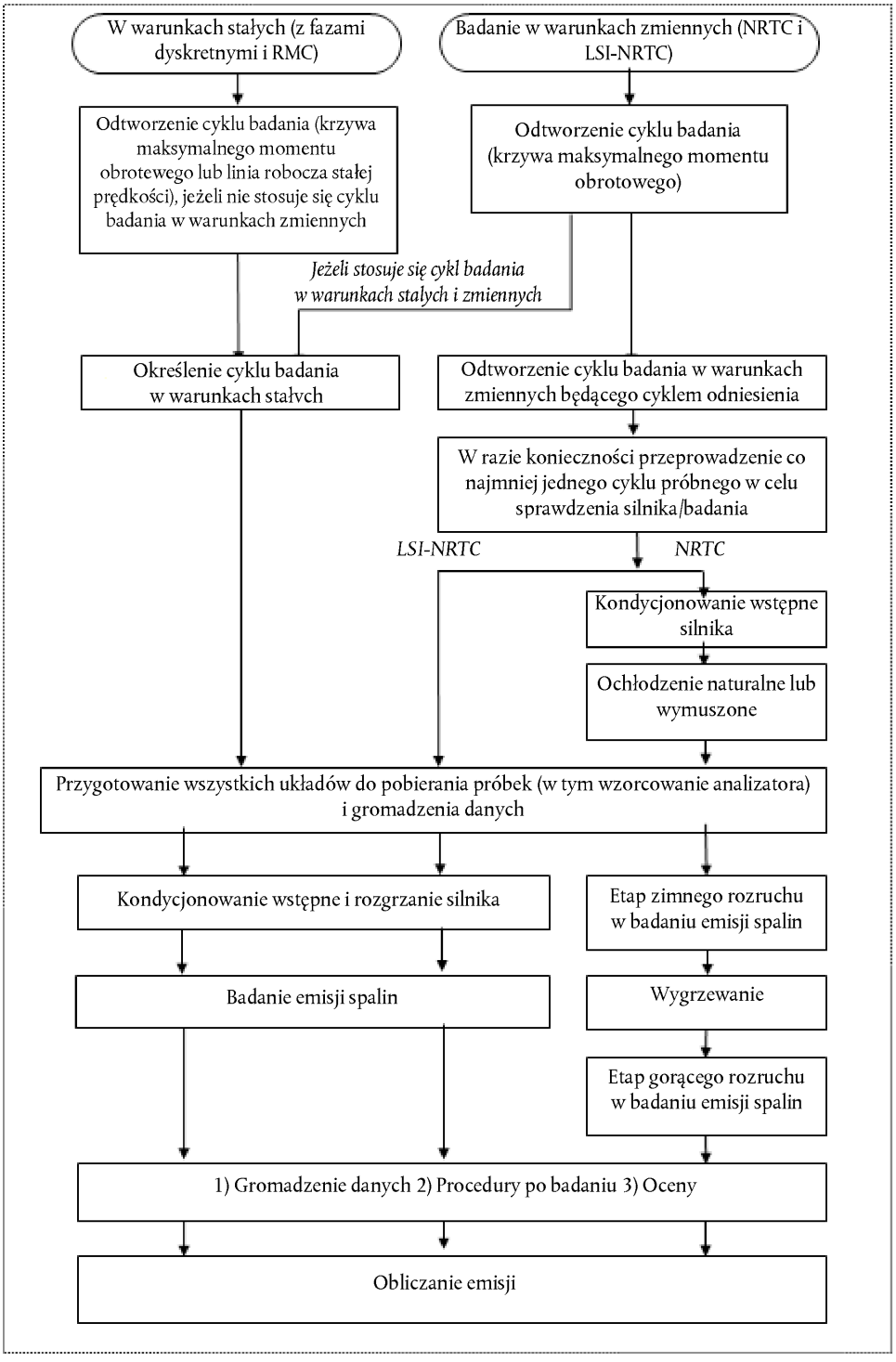
i) należy ocenić wyniki badań emisji.

Na rysunku 6.4 przedstawiono przegląd procedur niezbędnych do przeprowadzenia cykli badania z pomiarem emisji spalin z silnika dla maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach.

▼M2

Rysunek 6.4

Sekwencja badania



▼B

7.5.1. Uruchamianie i ponowne uruchamianie silnika

7.5.1.1. Rozruch silnika

Silnik należy uruchomić:

a) zgodnie z zaleceniami instrukcji dla użytkowników końcowych, wykorzystując produkcyjny rozrusznik silnika lub układ rozruchu powietrznego oraz odpowiednio naładowany akumulator, odpowiednie źródło energii elektrycznej albo odpowiednie źródło sprężonego powietrza; lub

b) wykorzystując hamulec dynamometryczny do obrócenia wałem korbowym silnika do chwili jego uruchomienia. Z reguły należy wprawić silnik w ruch przy użyciu ±25 % jego typowej eksploatacyjnej prędkości obrotowej wału korbowego lub uruchomić silnik poprzez liniowe zwiększanie prędkości obrotowej hamulca dynamometrycznego od zera do 100 min^{-1} poniżej niskiej prędkości obrotowej biegu jałowego, ale tylko do momentu, kiedy silnik zacznie pracować.

Rozruch korbowy należy przerwać w ciągu 1 s od uruchomienia silnika. Jeżeli silnik nie uruchamia się po 15 s rozruchu korbowego, należy zakończyć tę czynność i ustalić przyczynę niepowodzenia rozruchu, chyba że instrukcja dla użytkowników końcowych lub książka serwisowa wskazują jako normalny dłuższy czas rozruchu korbowego.

7.5.1.2. Zgaśnięcie silnika

▼M2

a) Jeżeli silnik zgaśnie w dowolnym momencie przebiegu NRTC w cyklu zimnego rozruchu, całe badanie uznaje się za nieważne;

b) Jeżeli silnik zgaśnie w dowolnym momencie przebiegu NRTC w cyklu gorącego rozruchu, tylko ten przebieg uznaje się za nieważny. Silnik należy nagrzać zgodnie z opisem w pkt 7.8.3, a przebieg w cyklu gorącego rozruchu należy powtórzyć. W takim przypadku nie ma konieczności powtarzania przebiegu w cyklu zimnego rozruchu.

▼B

c) Jeżeli silnik zgaśnie w którymkolwiek momencie LSI-NRTC, badanie uznaje się za nieważne.

d) Jeżeli silnik zgaśnie w dowolnym momencie NRSC (z fazami dyskretnymi lub ze zmianami jednostajnymi między fazami), badanie uznaje się za nieważne i należy je powtórzyć, zaczynając od procedury rozgrzewania silnika. W przypadku pomiaru cząstek stałych z użyciem metody wielofiltrowej (jeden filtr do pobierania próbek na każdy tryb pracy), badanie należy kontynuować poprzez ustabilizowanie silnika w poprzedniej fazie w celu kondycjonowania jego temperatury, a następnie rozpoczęcie pomiaru dla tej fazy, w której zgasł silnik.

7.5.1.3. Praca silnika

„Operatorem” może być człowiek (tj. sterowanie ręczne) lub regulator (tj. sterowanie automatyczne), który mechanicznie lub elektronicznie wprowadza sygnał wejściowy wyznaczający moc wyjściową silnika. Sygnał wejściowy może być wzbudzany za pomocą pedału lub sygnału przyspieszenia, dźwigni lub sygnału regulacji przepustnicy, dźwigni lub sygnału regulacji przepływu paliwa, dźwigni lub sygnału zmiany prędkości obrotowej, lub ustawienia bądź sygnału regulatora.

▼B

7.6. Odwzorowanie charakterystyki silnika

Przed rozpoczęciem odwzorowania charakterystyki silnika silnik należy rozgrzać i pod koniec okresu rozgrzewania użytkować go przez co najmniej 10 minut przy mocy maksymalnej lub zgodnie z zaleceniami producenta oraz właściwą oceną techniczną, tak aby ustabilizować temperatury cieczy chłodzącej silnika i oleju smarowego. Po ustabilizowaniu silnika należy przeprowadzić odwzorowanie charakterystyki silnika.

Jeżeli producent zamierza zastosować sygnał momentu obrotowego nadawany za pośrednictwem elektronicznej jednostki sterującej, w przypadku silników wyposażonych w taką jednostkę, podczas przeprowadzania badań polegających na monitorowaniu w trakcie eksploatacji zgodnie z rozporządzeniem delegowanym (UE) 2017/656 w sprawie monitorowania emisji silników w trakcie eksploatacji, odwzorowując charakterystykę silnika należy dodatkowo dokonać weryfikacji określonej w dodatku 3.

Z wyjątkiem silników o stałej prędkości obrotowej odwzorowanie charakterystyki silnika przeprowadza się przy całkowicie otwartej dźwigni lub regulatorze przepływu paliwa, stosując dyskretne wartości prędkości obrotowej w kolejności rosnącej. Minimalne i maksymalne prędkości przy odwzorowaniu są określone poniżej:

Minimalna prędkość obrotowa odwzorowania = prędkość biegu jałowego

Maksymalna prędkość obrotowa odwzorowania = n_{hi} × 1,02 lub prędkość, przy której maksymalny moment obrotowy spada do zera, w zależności od tego, która prędkość jest mniejsza;

Gdzie:

n_{hi} to prędkość obrotowa wysoka ►**M2** zdefiniowana w art. 1 ust. 12 ◄.

Jeżeli największa prędkość obrotowa jest niebezpieczna lub niereprezentatywna (np. w przypadku silników bez regulatora), należy zastosować właściwą ocenę techniczną, aby odwzorować charakterystykę do maksymalnej bezpiecznej lub maksymalnej reprezentatywnej prędkości obrotowej.

7.6.1. Odwzorowanie charakterystyki silnika dla NRSC przy zmiennej prędkości obrotowej

W przypadku odwzorowania charakterystyki silnika dla NRSC przy zmiennej prędkości obrotowej (tylko w przypadku silników, które nie muszą przechodzić badania NRTC lub LSI-NRTC) należy zastosować właściwą ocenę techniczną, aby wybrać wystarczającą liczbę równomiernie rozmieszczonych punktów ustalonych. W każdym punkcie ustalonym należy ustabilizować prędkość obrotową i umożliwić ustabilizowanie się momentu obrotowego przez co najmniej 15 sekund. W każdym punkcie ustalonym należy odnotować średnią prędkość obrotową i średni moment obrotowy. Zaleca się obliczenie średniej prędkości i momentu obrotowego z wykorzystaniem danych zarejestrowanych w ciągu ostatnich 4–6 sekund. W razie potrzeby należy zastosować interpolację liniową, aby wyznaczyć wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego do badania NRSC. Jeżeli dodatkowo wymaga się, aby silniki przeszły badanie NRTC lub LSI-NRTC, do wyznaczenia testowych prędkości obrotowych i momentów obrotowych w warunkach stałych należy wykorzystać krzywą odwzorowania charakterystyki silnika dla NRTC.

Zależnie od decyzji producenta odwzorowanie charakterystyki silnika można również przeprowadzić zgodnie z procedurą opisaną w pkt 7.6.2.

▼B

7.6.2. Odwzorowanie charakterystyki silnika dla NRTC i LSI-NRTC

Odwzorowanie charakterystyki silnika przeprowadza się zgodnie z następującą procedurą:

a) silnik musi być odciążony i pracować z prędkością biegu jałowego;

(i) w przypadku silników z regulatorem niskich obrotów zapotrzebowanie operatora ustawia się na minimum, wykorzystuje hamulec dynamometryczny lub inne urządzenie obciążające do ustawienia zerowego momentu obrotowego na głównym wale wyjściowym silnika i umożliwia wyregulowanie prędkości obrotowej przez silnik. Taką prędkość biegu jałowego dla rozgrzanego silnika należy zmierzyć;

(ii) w przypadku silników bez regulatora niskich obrotów hamulec dynamometryczny ustawia się tak, aby uzyskać zerowy moment obrotowy na głównym wale wyjściowym silnika, oraz ustawia zapotrzebowanie operatora tak, aby wyregulować prędkość na poziomie określonej przez producenta najmniejszej możliwej prędkości obrotowej silnika przy minimalnym obciążeniu (znanej również jako określona przez producenta prędkość biegu jałowego dla rozgrzanego silnika);

(iii) zadeklarowany przez producenta moment obrotowy biegu jałowego może być wykorzystywany do wszystkich silników o zmiennej prędkości obrotowej (z regulatorem niskich obrotów lub bez), jeżeli moment obrotowy biegu jałowego różny od zera jest reprezentatywny dla normalnej eksploatacji;

b) zapotrzebowanie operatora ustawia się na wartość maksymalną i reguluje prędkość obrotową silnika tak, aby znajdowała się w przedziale między prędkością biegu jałowego dla rozgrzanego silnika a 95 % tej wartości. W przypadku silników z referencyjnymi cyklami pracy, których najmniejsza prędkość obrotowa jest większa niż prędkość biegu jałowego dla rozgrzanego silnika, odwzorowanie charakterystyki silnika można rozpocząć w punkcie pomiędzy najmniejszą prędkością obrotową odniesienia a 95 % wartości tej prędkości;

c) prędkość obrotową silnika zwiększa się średnio o 8 ± 1 min^{-1}/s lub charakterystykę silnika odwzorowuje się za pomocą ciągłej zmiany prędkości obrotowej w stałym tempie, tak aby przejście od minimalnej do maksymalnej prędkości odwzorowania trwało od 4 do 6 min. Zakres prędkości obrotowych odwzorowania musi się zaczynać od wartości odpowiadającej prędkości obrotowej biegu jałowego dla rozgrzanego silnika a 95 % wartości tej prędkości i kończyć się na największej prędkości powyżej mocy maksymalnej, dla której uzyskuje się mniej niż 70 % mocy maksymalnej. Jeżeli taka największa prędkość obrotowa jest niebezpieczna lub niereprezentatywna (np. w przypadku silników bez regulatora), należy zastosować właściwą ocenę techniczną, aby odwzorować charakterystykę do maksymalnej bezpiecznej lub maksymalnej reprezentatywnej prędkości obrotowej. Wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika rejestruje się z częstotliwością próbkowania co najmniej 1 Hz;

d) jeżeli producent uważa, że powyższe techniki odwzorowywania nie są bezpieczne lub nie są reprezentatywne dla żadnego z rozważanych silników, możliwe jest wykorzystanie innych technik odwzorowywania. Techniki alternatywne muszą być zgodne z celem określonych procedur odwzorowywania służących do określenia maksymalnego dopuszczalnego momentu obrotowego przy wszystkich prędkościach obrotowych silnika występujących w cyklach badania. Odchylenia od technik odwzorowywania określonych w tej sekcji wprowadzone ze względów bezpieczeństwa lub reprezentatywności zatwierdza

▼B

organ udzielający homologacji, podając uzasadnienie ich zastosowania. W żadnym razie nie wolno jednak stosować metody ustalania krzywej momentu obrotowego dla malejących prędkości obrotowych silnika w przypadku silników z regulatorem lub z turbodoładowaniem;

e) nie ma potrzeby odwzorowywania charakterystyki silnika przed każdym cyklem badania. Silnik należy powtórnie odwzorować, jeżeli:

(i) według właściwej oceny technicznej od ostatniego odwzorowania upłynął nadmiernie długi czas; lub

(ii) w silniku wprowadzono zmiany fizyczne lub regulacje, co mogło wpłynąć na osiągi silnika; lub

(iii) ciśnienie atmosferyczne w pobliżu wlotu powietrza do silnika różni się od wartości odnotowanej przy ostatnim odwzorowaniu charakterystyki silnika o więcej niż ±5 kPa.

7.6.3. Odwzorowanie charakterystyki silnika dla NRSC przy stałej prędkości obrotowej

Silnik może pracować z produkcyjnym regulatorem stałej prędkości obrotowej lub też można symulować regulator stałej prędkości obrotowej silnika poprzez regulację prędkości silnika za pomocą układu sterowania zapotrzebowaniem operatora. Regulator może działać izochronicznie lub na zasadzie spadku prędkości, stosownie do potrzeb.

7.6.3.1. Kontrola mocy znamionowej dla silników badanych w cyklach D2 lub E2

Należy przeprowadzić następującą kontrolę:

a) przy stosowaniu regulatora lub symulowanego regulatora sterującego prędkością przy użyciu zapotrzebowania operatora silnik musi pracować przy znamionowej prędkości obrotowej oraz mocy znamionowej tak długo, jak wymaga tego osiągnięcie stabilnego działania;

b) należy zwiększać moment obrotowy do czasu, aż silnik nie będzie w stanie utrzymać regulowanej prędkości. Należy zarejestrować występującą w tym momencie moc. Przed przeprowadzeniem wspomnianej powyżej kontroli producent i służba techniczna dokonująca kontroli ustalają metodę bezpiecznego określenia, kiedy został osiągnięty wspomniany moment, w zależności od charakterystyki regulatora. ►**M2** Moc zarejestrowana nie może przekraczać mocy znamionowej zdefiniowanej w art. 3 pkt 27 rozporządzenia (UE) 2016/1628 o więcej niż 12,5 %. Jeżeli wartość zostanie przekroczona, producent dokonuje przeglądu deklarowanej mocy znamionowej. ◄

Jeśli w przypadku danego badanego silnika nie jest możliwe przeprowadzenie powyższej kontroli z powodu ryzyka uszkodzenia silnika lub hamulca dynamometrycznego, producent przedstawia organowi udzielającemu homologacji typu solidne dowody na to, że moc maksymalna nie przekracza mocy znamionowej o więcej niż 12,5 %.

▼B

7.6.3.2. Procedura odwzorowania charakterystyki silników dla NRSC przy stałej prędkości

a) Przy stosowaniu regulatora lub symulowanego regulatora sterującego prędkością przy użyciu zapotrzebowania operatora silnik musi pracować przy wyregulowanej prędkości obrotowej bez obciążenia (na wysokich obrotach, nie na niskich obrotach biegu jałowego) przez co najmniej 15 s, chyba że w przypadku danego silnika nie jest to możliwe.

b) Do zwiększania momentu obrotowego w stałym tempie stosuje się hamulec dynamometryczny. Odwzorowanie wykonuje się w taki sposób, aby czas od regulowanej prędkości bez obciążenia do osiągnięcia momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej dla silników badanych w cyklu D2 lub E2 lub maksymalnemu momentowi obrotowemu w przypadku innych cykli badania przy stałej prędkości obrotowej wynosił co najmniej 2 min. Podczas odwzorowania charakterystyki silnika rzeczywiste wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego rejestruje się z częstotliwością co najmniej 1 Hz.

c) W przypadku silnika o stałej prędkości obrotowej z regulatorem, który może być ponownie dostosowany do różnych prędkości, silnik należy zbadać przy każdej mającej zastosowanie stałej prędkości obrotowej.

W przypadku silników o stałej prędkości obrotowej należy skorzystać z właściwej oceny technicznej za zgodą organu udzielającego homologacji typu w celu zastosowania innych metod rejestrowania maksymalnego momentu obrotowego i mocy dla określonych roboczych prędkości obrotowych.

W przypadku silników badanych w cyklach innych niż D2 lub E2, jeżeli dla maksymalnego momentu obrotowego dostępne są zarówno zmierzone, jak i zadeklarowane wartości, zamiast wartości zmierzonej można wykorzystać wartość zadeklarowaną, jeżeli mieści się ona w zakresie 95–100 % wartości zmierzonej.

7.7. Odtwarzanie cyklu badania

7.7.1. Odtwarzanie NRSC

Niniejszy punkt należy zastosować w celu odtworzenia prędkości obrotowych i obciążeń silnika, przy których silnik musi pracować w czasie badań w warunkach stałych w ramach NRSC z fazami dyskretnymi lub RMC.

7.7.1.1. Odtwarzanie testowych prędkości obrotowych NRSC dla silników badanych zarówno w NRSC oraz NRTC albo LSI-NRTC.

W przypadku silników, które poza NRSC przechodzą również badanie NRTC lub LSI-NRTC, należy zastosować określoną w pkt 5.2.5.1 MTS jako 100 % prędkości dla badań zarówno w warunkach zmiennych, jak i stałych.

Do określenia prędkości obrotowej pośredniej zgodnie z pkt 5.2.5.4 zamiast znamionowej prędkości obrotowej należy zastosować MTS.

Prędkość biegu jałowego ustala się zgodnie z pkt 5.2.5.5.

7.7.1.2. Odtwarzanie testowych prędkości obrotowych NRSC dla silników badanych jedynie w NRSC

W przypadku silników, które nie są badane w ramach cyklu badania w warunkach zmiennych (NRTC lub LSI-NRTC), należy zastosować określoną w pkt 5.2.5.3 znamionową prędkość obrotową jako 100 % prędkości.

▼B

Aby ustalić prędkość obrotową pośrednią, należy zastosować znamionową prędkość obrotową zgodnie z pkt 5.2.5.4. Jeżeli w NRSC określono dodatkowe prędkości jako wartość procentową, należy obliczyć je jako wartość procentową znamionowej prędkości obrotowej.

Prędkość biegu jałowego ustala się zgodnie z pkt 5.2.5.5.

Po uprzednim zatwierdzeniu przez służbę techniczną na tym etapie w celu odtworzenia testowych prędkości obrotowych można zastosować MTS zamiast znamionowej prędkości obrotowej.

7.7.1.3. Odtwarzanie obciążenia NRSC dla każdej fazy badania

Obciążenie procentowe dla każdej fazy badania wybranego cyklu badania należy odczytać z odpowiedniej tabeli NRSC w dodatku 1 lub 2 do załącznika XVII. W zależności od cyklu badania obciążenie procentowe w tych tabelach wyrażono jako moc lub moment obrotowy zgodnie z pkt 5.2.6 oraz w przypisach do każdej tabeli.

Należy zmierzyć 100 % wartości przy danej testowej prędkości obrotowej lub odczytać deklarowaną wartość z krzywej odwzorowania charakterystyki silnika odtworzoną odpowiednio zgodnie z pkt 7.6.1, 7.6.2 lub 7.6.3, wyrażoną jako moc (kW).

Ustawienia silnika dla każdej fazy badania oblicza się za pomocą równania (6-14):

$$S = \left((P_{\max} + P_{\mathrm{AUX}}) \cdot \frac{L}{100} \right) - P_{\mathrm{AUX}} \qquad (6\text{-}14)$$

Gdzie:

S to ustawienie hamulca dynamometrycznego w kW

$P_{\max}$ to maksymalna zaobserwowana lub zadeklarowana moc dla testowej prędkości obrotowej w warunkach badania (określona przez producenta) w kW

P_{AUX} to deklarowana całkowita moc pobierana przez urządzenia pomocnicze zgodnie z równaniem (6-8) (zob. pkt 6.3.5) przy określonej testowej prędkości obrotowej, w kW

L to % momentu obrotowego

Można zadeklarować minimalny moment obrotowy dla rozgrzanego silnika, który jest reprezentatywny dla normalnej eksploatacji i wykorzystywany do każdego punktu obciążenia, który w przeciwnym wypadku byłby niższy niż ta wartość, jeżeli dany typ silnika jest typowo podłączony do maszyny, która nie pracuje poniżej tego minimalnego momentu obrotowego, np. ponieważ będzie podłączony do maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, która nie pracuje poniżej pewnego minimalnego momentu obrotowego.

W przypadku cykli E2 i D2 producent deklaruje moc znamionową, którą należy zastosować jako 100 % mocy w trakcie odtwarzania cyklu badania.

▼B

7.7.2. Odtwarzanie prędkości obrotowej i obciążenia NRTC i LSI-NRTC dla każdego punktu badania (denormalizacja)

Niniejszy punkt należy zastosować w celu odtworzenia odpowiednich prędkości obrotowych i obciążeń silnika, przy których silnik musi pracować w czasie badań NRTC lub LSI-NRTC. W dodatku 3 do załącznika XVII określono mające zastosowanie cykle badania w znormalizowanym formacie. Znormalizowany cykl badawczy składa się z sekwencji sparowanych wartości procentowych prędkości obrotowej i momentu obrotowego.

Znormalizowane wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego należy przekształcić zgodnie z poniższymi zasadami:

a) prędkość znormalizowaną należy przekształcić na sekwencję prędkości obrotowej odniesienia, n_{ref}, zgodnie z pkt 7.7.2.2;

b) znormalizowany moment obrotowy jest wyrażony jako procent momentu obrotowego według krzywej odtworzonej zgodnie z pkt 7.6.2 dla danej prędkości obrotowej odniesienia. Powyższe znormalizowane wartości należy przekształcić na sekwencję momentów obrotowych odniesienia, T_{ref}, zgodnie z pkt 7.7.2.3;

c) wartości prędkości obrotowej odniesienia i momentu obrotowego odniesienia wyrażone w spójnych jednostkach należy pomnożyć w celu obliczenia wartości mocy odniesienia.

7.7.2.1. Zastrzeżone

7.7.2.2. Denormalizacja prędkości obrotowej silnika

Prędkość obrotową silnika należy zdenormalizować za pomocą równania (6-15):

$$n_{ref} = \frac{\%speed \times (MTS - n_{idle})}{100} + n_{idle} \quad (6\text{-}15)$$

Gdzie:

n_{ref} prędkość obrotowa odniesienia

MTS to maksymalna testowa prędkość obrotowa

n_{idle} to prędkość biegu jałowego

% prędkości to wartość znormalizowanej prędkości obrotowej NRTC lub LSI-NRTC określona w dodatku 3 do załącznika XVII.

7.7.2.3. Denormalizacja momentu obrotowego silnika

Wartości momentu obrotowego określone w tabeli obciążeń hamulca dynamometrycznego w dodatku 3 do załącznika XVII są znormalizowane w odniesieniu do maksymalnego momentu obrotowego przy odpowiadającej prędkości. Wartości momentu obrotowego cyklu odniesienia należy zdenormalizować za pomocą równania (6-16), stosując krzywą odwzorowywania wyznaczoną zgodnie z pkt 7.6.2:

$$T_{ref} = \frac{\%torque \cdot max.torque}{100} \quad (6\text{-}16)$$

dla odpowiedniej prędkości obrotowej odniesienia określonej w pkt 7.7.2.2.

Gdzie:

T_{ref} to moment obrotowy odniesienia dla odpowiednich prędkości obrotowych odniesienia

▼M2

maks. moment obrotowy to maksymalny moment obrotowy dla odpowiedniej testowej prędkości obrotowej, pochodzący z odwzorowania charakterystyki silnika przeprowadzonego zgodnie z pkt 7.6.2, dostosowany w razie potrzeby zgodnie z pkt 7.7.2.3 lit. b).

▼B

% momentu obrotowego to wartość znormalizowanego momentu obrotowego NRTC lub LSI-NRTC określona w dodatku 3 do załącznika XVII.

a) Zadeklarowany minimalny moment obrotowy

Można zadeklarować minimalny moment obrotowy dla rozgrzanego silnika, który jest reprezentatywny dla normalnej eksploatacji. Na przykład jeżeli silnik jest typowo podłączony do maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, która nie pracuje poniżej pewnego minimalnego momentu obrotowego, taki moment obrotowy może być zadeklarowany i wykorzystywany do wszelkich punktów obciążenia, które w przeciwnym wypadku wynosiłyby mniej niż ta wartość.

b) Dostosowanie momentu obrotowego silnika z powodu urządzeń pomocniczych instalowanych na czas badania emisji

Jeżeli urządzenia pomocnicze zamontowano zgodnie z dodatkiem 2, odpowiedniej testowej prędkości obrotowej pochodzącej z odwzorowania charakterystyki silnika przeprowadzonego zgodnie z pkt 7.6.2 nie dostosowuje się do maksymalnego momentu obrotowego.

Zgodnie z pkt 6.3.2 lub 6.3.3 w przypadku niezamontowania niezbędnych urządzeń pomocniczych, które należało zamontować na potrzeby badania, lub jeżeli urządzenia pomocnicze, które należało usunąć, są zamontowane, wartość T_{max} należy dostosować za pomocą równania (6-17).

$$T_{max} = T_{map} - T_{AUX} \quad (6\text{-}17)$$

przy czym:

$$T_{AUX} = T_r - T_f \quad (6\text{-}18)$$

gdzie:

T_{map} to niedostosowany maksymalny moment obrotowy dla odpowiedniej testowej prędkości obrotowej pochodzącej z odwzorowania charakterystyki silnika przeprowadzonego zgodnie z pkt 7.6.2

T_f to moment obrotowy wymagany do napędzenia urządzeń pomocniczych, które należało zamontować, lecz których nie zamontowano na potrzeby badania

T_r to moment obrotowy wymagany do napędzenia urządzeń pomocniczych, które należało usunąć, lecz które zamontowano na potrzeby badania

7.7.2.4. Przykład procedury denormalizacji

W ramach przykładu zdenormalizowany zostanie następujący punkt badania:

% prędkości = 43 %

% momentu obrotowego = 82 %

Przy następujących wartościach:

MTS = 2 200 min^{-1}

▼B

n_{idle} = 600 min^{-1}

daje to:

$$n_{ref} = \frac{43 \cdot (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{min}^{-1}$$

gdzie maksymalny moment obrotowy określony z krzywej odwzorowania przy 1 288 min^{-1} wynosi 700 Nm.

$$T_{ref} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

7.8. Procedura przebiegu poszczególnych cykli badania

7.8.1. Sekwencja badania emisji dla NRSC z fazami dyskretnymi

7.8.1.1. Rozgrzewanie silnika dla NRSC w warunkach stałych z fazami dyskretnymi

Należy wykonać czynności przed badaniem zgodnie z pkt 7.3.1, w tym wzorcowanie analizatora. Silnik należy rozgrzać, stosując sekwencję kondycjonowania wstępnego określoną w pkt 7.3.1.1.3. Począwszy niezwłocznie od tego punktu kondycjonowania silnika, należy rozpocząć pomiary w cyklu badania.

7.8.1.2. Wykonanie NRSC z fazami dyskretnymi

a) Badanie wykonuje się w rosnącym porządku numerów faz, jak określono dla danego cyklu badawczego (zob. dodatek 1 do załącznika XVII).

▼M2

b) Długość każdej fazy wynosi co najmniej 10 minut. W każdej fazie silnik należy stabilizować przez co najmniej 5 minut. Pod koniec każdej fazy przez 1–3 min. pobiera się próbki emisji gazowych oraz, w stosownych przypadkach, liczby cząstek stałych, a próbki emisji cząstek stałych pobiera się zgodnie z lit. c).

Niezależnie od przepisów poprzedniego akapitu podczas badania silników o zapłonie iskrowym z zastosowaniem cykli G1, G2 lub G3 lub podczas dokonywania pomiarów zgodnie z załącznikiem V do niniejszego rozporządzenia długość każdej fazy wynosi co najmniej 3 minuty. W takim przypadku przez co najmniej 2 ostatnie minuty każdej fazy pobiera się próbki emisji gazowych oraz, w stosownych przypadkach, liczby cząstek stałych, a próbki emisji cząstek stałych pobiera się zgodnie z lit. c). Długość fazy i czas pobierania próbek można wydłużyć, aby poprawić dokładność.

Długość fazy należy odnotować i umieścić w sprawozdaniu.

▼B

c) ►M2 W przypadku emisji cząstek stałych pobieranie próbek cząstek stałych można wykonać za pomocą metody jednofiltrowej lub wielofiltrowej. Ponieważ wyniki tych metod mogą się od siebie nieco różnić, w wynikach należy określić zastosowaną metodę. ◄

W przypadku metody jednofiltrowej podczas próbkowania należy uwzględnić współczynniki wagowe dla każdej z faz określone w procedurze cyklu badania oraz rzeczywiste natężenie przepływu spalin, poprzez ustawienie, odpowiednio, natężenia przepływu próbki lub czasu próbkowania. Wymagane jest, aby efektywny współczynnik wagowy dla pobierania próbek cząstek stałych nie różnił o więcej niż ±0,005 od współczynnika wagowego dla danej fazy.

Próbkowanie należy przeprowadzać w każdej fazie możliwie najpóźniej. Dla metody jednofiltrowej zakończenie pobierania próbek cząstek stałych musi wystąpić jednocześnie, w granicach ±5 s, z zakończeniem pomiarów emisji gazowych. Czas próbkowania dla każdej z faz musi wynosić co najmniej 20 s dla metody

▼B

jednofiltrowej i co najmniej 60 s dla metody wielofiltrowej. W przypadku układów bez bocznikowania czas próbkowania dla każdej z faz musi wynosić co najmniej 60 s dla obydwu metod jednofiltrowej i wielofiltrowej.

d) Dla każdej fazy mierzy się prędkość obrotową i obciążenie silnika, temperaturę powietrza dolotowego, przepływ paliwa i w stosownych przypadkach przepływ powietrza lub gazów spalinowych w trakcie tego samego przedziału czasowego, który jest wykorzystywany do pomiaru stężeń gazowych.

Odnotowuje się wszelkie dodatkowe dane niezbędne do przeprowadzenia obliczeń.

e) Jeżeli silnik zgaśnie lub pobieranie próbek emisji zostanie przerwane w dowolnym momencie po rozpoczęciu pobierania próbek emisji w przypadku NRSC z fazami dyskretnymi i metody jednofiltrowej, badanie uznaje się za nieważne i należy je powtórzyć, zaczynając od procedury rozgrzewania silnika. W przypadku pomiaru cząstek stałych z użyciem metody wielofiltrowej (jeden filtr do pobierania próbek na każdy tryb pracy), badanie należy kontynuować poprzez ustabilizowanie silnika w poprzedniej fazie w celu kondycjonowania jego temperatury, a następnie rozpoczęcie pomiaru dla tej fazy, w której zgasł silnik.

f) Należy wykonać procedury po badaniu zgodnie z pkt 7.3.2.

7.8.1.3. Kryteria walidacji

W czasie każdej fazy danego cyklu badania w warunkach stałych, po zakończeniu początkowego okresu przejściowego, zmierzona prędkość obrotowa nie może się różnić od prędkości obrotowej odniesienia o więcej niż ±1 % znamionowej prędkości obrotowej lub ±3 min^{-1}, w zależności od tego, która wartość jest większa, z wyjątkiem prędkości obrotowej biegu jałowego, która musi mieścić się w granicach tolerancji określonych przez producenta. Zmierzony moment obrotowy nie może się różnić od momentu obrotowego odniesienia o więcej niż ±2 % maksymalnego momentu obrotowego dla testowej prędkości obrotowej.

7.8.2. Sekwencja badania emisji dla RMC

7.8.2.1. Rozgrzewanie silnika

Należy wykonać czynności przed badaniem zgodnie z pkt 7.3.1, w tym wzorcowanie analizatora. Silnik należy rozgrzać, stosując sekwencję kondycjonowania wstępnego określoną w pkt 7.3.1.1.4. Niezwłocznie po wykonaniu tej procedury kondycjonowania, jeżeli nie ustalono jeszcze prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika dla pierwszej fazy badania, należy przeprowadzić ich liniową zmianę jednostajną w czasie 20 ±1 s do osiągnięcia pierwszej fazy badania. W ciągu 5–10 s od zakończenia zmiany jednostajnej należy rozpocząć pomiar w cyklu badawczym.

7.8.2.2. Przeprowadzenie RMC

Badanie przeprowadza się zgodnie z rosnącym porządkiem numerów faz, jak określono dla danego cyklu badania (zob. dodatek 2 do załącznika XVII). W przypadku braku dostępności RMC dla określonego NRSC należy postępować zgodnie z procedurą NRSC z fazami dyskretnymi określoną w pkt 7.8.1.

▼B

W każdej fazie silnik musi pracować przez wyznaczony czas. Przejście od jednej fazy do następnej odbywa się liniowo w czasie 20 s ± 1 s z zachowaniem tolerancji określonych w pkt 7.8.2.4.

W przypadku RMC między fazami wartości prędkości obrotowej odniesienia i momentu obrotowego odniesienia należy wygenerować z minimalną częstotliwością 1 Hz i tę sekwencję punktów należy zastosować do przeprowadzenia cyklu. W czasie przejść między fazami zdenormalizowane wartości prędkości obrotowej odniesienia i momentu obrotowego odniesienia należy wyznaczyć liniowo między fazami w celu otrzymania punktów odniesienia. Znormalizowanych wartości momentu obrotowego odniesienia nie należy wyznaczać liniowo między fazami i denormalizować. Jeżeli linia jednostajnej zmiany prędkości obrotowej i momentu obrotowego przebiega przez punkt znajdujący się powyżej krzywej momentu obrotowego silnika, kontynuuje się zadawanie momentów obrotowych odniesienia i dopuszcza doprowadzenie zapotrzebowania operatora do wartości maksymalnej.

W ciągu całego RMC (podczas każdej z faz włącznie ze zmianami jednostajnymi między fazami) mierzy się wartości stężeń każdego z zanieczyszczeń gazowych i, jeżeli istnieją mające zastosowanie wartości graniczne, pobiera próbki cząstek stałych i liczby cząstek stałych. Zanieczyszczenia gazowe mogą być mierzone w stanie nierozcieńczonym lub rozcieńczonym i rejestrowane w sposób ciągły; w przypadku rozcieńczenia mogą być też gromadzone w worku do pobierania próbek. Próbkę cząstek stałych rozcieńcza się czystym powietrzem kondycjonowanym. W toku pełnej procedury badań pobiera się jedną próbkę gromadzoną – w przypadku cząstek stałych – na jednym filtrze do pobierania próbek cząstek stałych.

W celu obliczenia emisji jednostkowych oblicza się rzeczywistą pracę silnika w cyklu poprzez całkowanie rzeczywistej mocy silnika w całym cyklu.

7.8.2.3. Sekwencja badania emisji

a) Wykonywanie cyklu RMC, pobieranie próbek spalin, rejestrowanie danych i całkowanie mierzonych wartości rozpoczyna się jednocześnie;

b) Prędkość obrotową i moment obrotowy reguluje się do pierwszej fazy w cyklu badania;

c) Jeżeli silnik zgaśnie w dowolnym momencie wykonywania RMC, badanie uznaje się za nieważne. Silnik należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, a badanie należy powtórzyć;

d) Po zakończeniu cyklu RMC należy kontynuować pobieranie próbek, z wyjątkiem próbek cząstek stałych, utrzymując działanie wszystkich układów, tak aby upłynął czas odpowiedzi układu. Następnie należy zatrzymać wszelkie pobieranie próbek i rejestrowanie danych, w tym rejestrowanie danych dotyczących próbek tła. Na koniec należy zatrzymać wszystkie urządzenia całkujące i odnotować zakończenie cyklu badania w rejestrowanych danych;

e) Należy wykonać procedury po badaniu zgodnie z pkt 7.3.2.

7.8.2.4. Kryteria walidacji

Walidację badań RMC wykonuje się za pomocą analizy regresji opisanej w pkt 7.8.3.3 i 7.8.3.5. Dozwolone tolerancje dla RMC podano w poniższej tabeli 6.1. Należy zauważyć, że tolerancje dla RMC różnią się od tolerancji dla NRTC z tabeli 6.2. ►**M2** Do celów przeprowadzenia badania silników o mocy odniesienia przekraczającej 560 kW można zastosować wartości tolerancji linii regresji podane w tabeli 6.2 oraz usuwać punkty podane w tabeli 6.3. ◄

▼B

Tabela 6.1

Wartości tolerancji linii regresji dla RMC

	Prędkość obrotowa	Moment obrotowy	Moc
Odchylenie standardowe reszt (SEE) y względem x	maks. 1 % znamionowej prędkości obrotowej	maks. 2 % maksymalnego momentu obrotowego silnika	maks. 2 % maksymalnej mocy silnika
Nachylenie linii regresji, a_1	0,99–1,01	0,98–1,02	0,98–1,02
Współczynnik determinacji, r^2	min. 0,990	min. 0,950	min. 0,950
Punkt przecięcia linii regresji z osią y, a_0	±1 % znamionowej prędkości obrotowej	±20 Nm lub 2 % maksymalnego momentu obrotowego, w zależności od tego, która wartość jest większa	±4 kW lub 2 % mocy maksymalnej, w zależności od tego, która wartość jest większa

Jeżeli badanie RMC nie jest wykonywane na stanowisku badawczym do warunków zmiennych i niedostępne są cosekundowe wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego, stosuje się następujące kryteria walidacji.

Wymagania dotyczące tolerancji dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego dla każdej fazy podano w pkt 7.8.1.3. W odniesieniu do 20-sekundowych liniowych zmian prędkości obrotowej i liniowych zmian momentu obrotowego pomiędzy poszczególnymi fazami badania RMC w warunkach stałych (pkt 7.4.1.2) stosuje się następujące tolerancje dla prędkości obrotowej i obciążenia przy zmianie jednostajnej:

a) prędkość obrotową utrzymuje się liniowo na poziomie znamionowej prędkości obrotowej ± 2 %;

b) moment obrotowy utrzymuje się liniowo na poziomie ±5 % maksymalnego momentu obrotowego przy znamionowej prędkości obrotowej.

7.8.3. Cykle badania w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)

W celu przeprowadzenia NRTC i LSI-NRTC instrukcje do ustawiania prędkości obrotowej odniesienia i momentu obrotowego odniesienia muszą następować sekwencyjnie. Instrukcje do ustawiania prędkości obrotowej i momentu obrotowego muszą być wydawane z częstotliwością co najmniej 5 Hz. Ponieważ częstotliwość cyklu badania odniesienia została określona na 1 Hz, wartości ustawienia prędkości obrotowej i momentu obrotowego w punktach pośrednich oblicza się na zasadzie interpolacji liniowej z wartości momentu obrotowego odniesienia uzyskanych przy odtwarzaniu cyklu.

Niewielkie wartości prędkości zdenormalizowanej zbliżone do prędkości biegu jałowego w stanie rozgrzanym mogą spowodować uruchomienie regulatorów niskich obrotów biegu jałowego i tym samym przekroczenie przez moment obrotowy silnika wartości momentu obrotowego odniesienia, chociaż zapotrzebowanie operatora pozostaje na minimalnym poziomie. W takich przypadkach zaleca się takie sterowanie hamulcem dynamometrycznym, aby podążał za momentem obrotowym odniesienia zamiast za prędkością obrotową odniesienia i umożliwiał regulowanie prędkości obrotowej przez silnik.

W warunkach zimnego rozruchu silniki mogą wykorzystywać urządzenie przyspieszające obroty biegu jałowego w celu szybkiego rozgrzania silnika i układu wtórnej obróbki spalin. W takich warunkach bardzo małe wartości prędkości znormalizowanej będą generować prędkości obrotowe odniesienia o wartościach mniejszych niż taka zwiększona prędkość biegu jałowego. W takich przypadkach zaleca się takie sterowanie hamulcem dynamometrycznym, aby podążał za momentem obrotowym odniesienia i umożliwiał regulowanie prędkości obrotowej przez silnik, kiedy zapotrzebowanie operatora znajduje się na poziomie minimalnym.

▼B

Podczas badania emisji wartości odniesienia oraz sygnały sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego rejestruje się z częstotliwością co najmniej 1 Hz, a najlepiej 5 Hz lub nawet 10 Hz. Taka większa częstotliwość rejestrowania jest istotna, ponieważ zmniejsza artefakt zwłoki czasowej między wartościami odniesienia a zmierzonymi sygnałami sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego.

Wartości odniesienia i wartości z sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego mogą być rejestrowane z mniejszą częstotliwością (nawet 1 Hz), jeżeli zapisuje się średnie wartości w przedziale czasu między zarejestrowanymi wartościami. Wartości średnie oblicza się na podstawie wartości z sygnałów sprzężenia zwrotnego aktualizowanych z częstotliwością co najmniej 5 Hz. Te zarejestrowane wartości wykorzystuje się do obliczania statystyk do walidacji badania oraz pracy całkowitej.

7.8.3.1. Wykonanie cyklu NRTC

Należy wykonać procedury przed badaniem zgodnie z pkt 7.3.1, w tym kondycjonowanie wstępne, chłodzenie i wzorcowanie analizatora.

Badanie rozpoczyna się w następujący sposób:

Sekwencja badania zaczyna się bezpośrednio po uruchomieniu silnika ze stanu ochłodzonego, określonego w pkt 7.3.1.2, w przypadku NRTC w cyklu zimnego rozruchu lub ze stanu wygrzewania w przypadku NRTC w cyklu gorącego rozruchu. Należy przestrzegać sekwencji określonej w pkt 7.4.2.1.

Rejestracja danych, pobieranie próbek spalin oraz całkowanie mierzonych wartości rozpoczyna się jednocześnie z uruchomieniem silnika. Cykl badania rozpoczyna się z chwilą uruchomienia silnika i jest wykonywany zgodnie z programem określonym w dodatku 3 załącznika XVII.

Po zakończeniu cyklu należy kontynuować pobieranie próbek, utrzymując działanie wszystkich układów, tak aby upłynął czas odpowiedzi układu. Następnie należy zatrzymać wszelkie pobieranie próbek i rejestrowanie danych, w tym rejestrowanie danych dotyczących próbek tła. Na koniec należy zatrzymać wszystkie urządzenia całkujące i odnotować zakończenie cyklu badania w rejestrowanych danych.

należy wykonać procedury po badaniu zgodnie z pkt 7.3.2.

7.8.3.2. Wykonanie badania LSI-NRTC

Należy wykonać procedury przed badaniem zgodnie z pkt 7.3.1, w tym kondycjonowanie wstępne i wzorcowanie analizatora.

Badanie rozpoczyna się w następujący sposób:

Badanie rozpoczyna się według sekwencji podanej w pkt 7.4.2.2.

Rejestracja danych, pobieranie próbek gazów spalinowych oraz całkowanie mierzonych wartości rozpoczyna się jednocześnie z rozpoczęciem LSI-NRTC na koniec 30-sekundowego okresu pracy na biegu jałowym określonego w pkt 7.4.2.2 lit. b). Cykl badania jest wykonywany zgodnie z programem określonym w załączniku XVII dodatek 3.

Po zakończeniu cyklu należy kontynuować pobieranie próbek, utrzymując działanie wszystkich układów, tak aby upłynął czas odpowiedzi układu. Następnie należy zatrzymać wszelkie pobieranie próbek i rejestrowanie danych, w tym rejestrowanie danych dotyczących próbek tła. Na koniec należy zatrzymać wszystkie urządzenia całkujące i odnotować zakończenie cyklu badania w rejestrowanych danych.

▼B

należy wykonać procedury po badaniu zgodnie z pkt 7.3.2.

7.8.3.3. Kryteria walidacji cyklu dla cykli badania w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)

Aby sprawdzić ważność badania, do wartości odniesienia i wartości z sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej, momentu obrotowego, mocy i pracy całkowitej stosuje się kryteria walidacji cyklu określone w niniejszym punkcie.

7.8.3.4. Obliczanie pracy w cyklu

Przed obliczeniem pracy w cyklu należy pominąć wszystkie wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego zarejestrowane przy uruchamianiu silnika. Punkty o ujemnej wartości momentu obrotowego przyjmuje się jako pracę równą zeru. Rzeczywistą pracę w cyklu W_{act} (kWh) oblicza się na podstawie wartości sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika. Pracę w cyklu odniesienia W_{ref} (kWh) oblicza się na podstawie wartości odniesienia dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika. Rzeczywistą pracę w cyklu W_{act} wykorzystuje się do porównania pracy w cyklu odniesienia W_{ref} oraz do obliczenia emisji jednostkowych (zob. pkt 7.2).

Wartość W_{act} musi się zawierać w przedziale od 85 % do 105 % wartości W_{ref}.

7.8.3.5. Statystyki do walidacji (zob. dodatek 2 do załącznika VII)

Należy przeprowadzić analizę regresji liniowej między wartościami odniesienia a wartościami sygnału sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej, momentu obrotowego i mocy.

W celu minimalizacji artefaktu zwłoki czasowej między wartościami odniesienia a wartościami sprzężenia zwrotnego w cyklu, cała sekwencja sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika może być przyspieszona lub opóźniona w czasie w stosunku do sekwencji wartości odniesienia tych parametrów. Jeżeli sygnały sprzężenia zwrotnego są przesunięte, prędkość obrotowa i moment obrotowy muszą być także przesunięte o tę samą wartość w tym samym kierunku.

Stosuje się metodę najmniejszych kwadratów, przy czym najlepiej pasujący wzór określono w równaniu (6-19):

$$y = a_1 x + a_0 \quad (6\text{-}19)$$

gdzie:

y to wartość sygnału sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)

a_1 to nachylenie linii regresji

x to wartość odniesienia prędkości obrotowej (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)

a_0 to punkt przecięcia linii regresji z osią y

Odchylenie standardowe reszt (*SEE*) y względem x i współczynnik determinacji (r^2) oblicza się dla każdej linii regresji zgodnie z dodatkiem 3 do załącznika VII.

Zaleca się, aby analizę tę wykonać przy częstotliwości 1 Hz. Aby badanie można było uznać za ważne, muszą być spełnione kryteria podane w tabeli 6.2.

Tabela 6.2

Wartości tolerancji linii regresji

	Prędkość obrotowa	Moment obrotowy	Moc
Odchylenie standardowe reszt (*SEE*) y względem x	≤ 5,0 % maksymalnej testowej prędkości obrotowej	≤ 10,0 % maksymalnego momentu obrotowego według odwzorowania charakterystyki	≤ 10,0 % maksymalnej mocy według odwzorowania charakterystyki

▼B

	Prędkość obrotowa	Moment obrotowy	Moc
Nachylenie linii regresji, a_1	0,95–1,03	0,83–1,03	0,89–1,03
Współczynnik determinacji, r^2	min. 0,970	min. 0,850	min. 0,910
Punkt przecięcia linii regresji z osią y, a_0	≤ 10 % prędkości obrotowej biegu jałowego	±20 Nm lub ± 2 % maksymalnego momentu obrotowego, w zależności od tego, która wartość jest większa	±4kW lub ± 2 % mocy maksymalnej, w zależności od tego, która wartość jest większa

Wyłącznie do celów obliczenia regresji dopuszczalne jest usunięcie punktów przed tym obliczeniem, jeżeli przewiduje to tabela 6.3. Punktów tych nie można jednak usuwać przy obliczaniu pracy w cyklu i emisji. Punkt biegu jałowego definiuje się jako punkt, w którym znormalizowany moment obrotowy odniesienia jest równy 0 % i znormalizowana prędkość obrotowa odniesienia jest również równa 0 %. Usuwanie punktów można zastosować do całości lub części cyklu; należy wymienić punkty, które zostały usunięte.

▼M2

Tabela 6.3

Punkty, których usunięcie z analizy regresji jest dozwolone

Zdarzenie	Warunki (n = prędkość obrotowa silnika, T = moment obrotowy)	Punkty, których usunięcie jest dozwolone
Minimalne zapotrzebowanie operatora (punkt biegu jałowego)	$n_{ref} = n_{idle}$ oraz $T_{ref} = 0$ % oraz $T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ oraz $T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	prędkość obrotowa i moc
Minimalne zapotrzebowanie operatora	$n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ i $T_{act} > T_{ref}$ lub $n_{act} > n_{ref}$ i $T_{act} \leq T_{ref}$ lub $n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ i $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	moc i moment obrotowy albo prędkość obrotowa
Maksymalne zapotrzebowanie operatora	$n_{act} < n_{ref}$ i $T_{act} \geq T_{ref}$ lub $n_{act} \geq 0{,}98\ n_{ref}$ i $T_{act} < T_{ref}$ lub $n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ i $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	moc i moment obrotowy albo prędkość obrotowa

gdzie:

n_{ref}	to prędkość obrotowa odniesienia (zob. pkt 7.7.2),
n_{idle}	to prędkość biegu jałowego,
n_{act}	to rzeczywista (zmierzona) prędkość obrotowa,
T_{ref}	to moment obrotowy odniesienia (zob. pkt 7.7.2),
T_{act}	to rzeczywisty (zmierzony) moment obrotowy,
$T_{maxmappedtorque}$	to najwyższa wartość momentu obrotowego na krzywej momentu pełnego obciążenia odwzorowanej zgodnie z sekcją 7.6.

▼B

8. Procedury pomiarowe

8.1. Wzorcowanie i kontrola działania

8.1.1. Wprowadzenie

W niniejszym punkcie opisano wymagane wzorcowania i weryfikacje układów pomiarowych. Zob. pkt 9.4, w którym przedstawiono specyfikacje dotyczące poszczególnych przyrządów.

Czynności wzorcowania lub weryfikacji wykonuje się zasadniczo dla całego łańcucha pomiarów.

Jeżeli dla danej części układu pomiarowego wzorcowanie lub weryfikacja nie zostały określone, tę część układu należy wzorcować i jej działanie sprawdzać z częstotliwością spójną z zaleceniami producenta układu pomiarowego i z właściwą oceną techniczną.

W celu przestrzegania tolerancji określonych dla wzorcowania i weryfikacji należy stosować uznane normy międzynarodowe.

8.1.2. Podsumowanie wzorcowania i weryfikacji

W tabeli 6.4 podsumowano wzorcowania i weryfikacje opisane w sekcji 8 i określono, kiedy mają być wykonywane.

Tabela 6.4

Podsumowanie wzorcowania i weryfikacji

Typ wzorcowania lub weryfikacji	Minimalna częstotliwość [a]
8.1.3: dokładność, powtarzalność i szumy	Dokładność: niewymagane, ale zalecane przy pierwszej instalacji. Powtarzalność: niewymagane, ale zalecane przy pierwszej instalacji. Szum: niewymagane, ale zalecane przy pierwszej instalacji.
8.1.4: weryfikacja liniowości	Prędkość obrotowa: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Moment obrotowy: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Przepływy powietrza dolotowego, powietrza rozcieńczającego i rozcieńczonych gazów spalinowych oraz wartości natężenia przepływu próbek pobieranych okresowo: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, chyba że przepływ sprawdza się za pomocą próby propanowej lub bilansu węgla lub tlenu. Przepływ spalin nierozcieńczonych: przy pierwszej instalacji, w ciągu 185 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, chyba że przepływ sprawdza się za pomocą próby propanowej lub bilansu węgla lub tlenu. Rozdzielacze gazu: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Analizatory gazów (chyba że podano inaczej): przy pierwszej instalacji, w ciągu 35 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

▼B

Typ wzorcowania lub weryfikacji	Minimalna częstotliwość ([a])
	Analizator FTIR: przy instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Waga do cząstek stałych: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Autonomiczne wartości ciśnienia i temperatury: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.5: odpowiedź układu analizatora ciągłego gazów i weryfikacja aktualizacji-zapisu – w przypadku analizatorów gazowych bez kompensacji ciągłej pod względem innych rodzajów gazów	Przy pierwszej instalacji lub po wprowadzeniu do układu zmian, które mają wpływ na odpowiedź.
8.1.6: odpowiedź układu analizatora ciągłego gazów i weryfikacja aktualizacji-zapisu – dla analizatorów gazowych z kompensacją ciągłą pod względem innych rodzajów gazów	Przy pierwszej instalacji lub po wprowadzeniu do układu zmian, które mają wpływ na odpowiedź.
8.1.7.1: moment obrotowy	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.7.2: ciśnienie, temperatura, punkt rosy	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.8.1: przepływ paliwa	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.8.2: przepływ powietrza dolotowego	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.8.3: przepływ spalin:	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.8.4: przepływ rozcieńczonych gazów spalinowych (CVS i PFD)	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.8.5: weryfikacja CVS/PFD i urządzenia do pobierania próbek okresowych ([b])	Przy pierwszej instalacji, w ciągu 35 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. (Próba propanowa)
8.1.8.8: nieszczelność podciśnienia	Przy instalacji układu pobierania próbek. Przed każdym badaniem laboratoryjnym zgodnie z pkt 7.1. w ciągu 8 godzin przed początkiem pierwszego przedziału czasowego każdej sekwencji cyklu pracy oraz po czynnościach konserwacyjnych, takich jak zmiana filtrów wstępnych.
8.1.9.1: zakłócenie analizatora NDIR CO_2 przez H_2O	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.9.2: zakłócenie analizatora NDIR CO przez CO_2 i H_2O	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.10.1: wzorcowanie FID Optymalizacja i weryfikacja FID do oznaczania HC	Wzorcowanie, optymalizacja i określenie odpowiedzi na CH_4: przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Weryfikacja odpowiedzi na CH_4: przy pierwszej instalacji, w ciągu 185 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

▼B

Typ wzorcowania lub weryfikacji	Minimalna częstotliwość ([a])
8.1.10.2: zakłócenie tlenowe (O_2) analizatora FID do spalin nierozcieńczonych	Dla wszystkich analizatorów FID: przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Dla analizatorów FID do oznaczania THC: przy pierwszej instalacji, po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych i po optymalizacji FID zgodnie z 8.1.10.1
8.1.11.1: tłumienie CLD przez CO_2 i H_2O	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
8.1.11.3: zakłócenie analizatora NDUV przez HC i H_2O	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
▼M2 8.1.11.4: przenikanie NO_2 do osuszacza próbki (agregat chłodniczy)	Przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
▼B 8.1.11.5: konwersja konwertora NO_2 do NO	Przy pierwszej instalacji, w ciągu 35 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
▼M2 8.1.12: weryfikacja osuszacza próbki	W przypadku termicznych urządzeń schładzających: przy instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. W przypadku osuszaczy z membraną osmotyczną: przy instalacji, w ciągu 35 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.
▼B 8.1.13.1: Waga i ważenie cząstek stałych	Niezależna weryfikacja: przy pierwszej instalacji, w ciągu 370 dni przed badaniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. Weryfikacje wskazania zera, zakresu pomiarowego i próbki odniesienia: w ciągu 12 godzin przed ważeniem i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

([a]) Wzorcowanie i weryfikacje przeprowadzać częściej zgodnie z zaleceniami producenta układu pomiarowego i właściwą oceną techniczną.
([b]) Weryfikacja układu CVS nie jest wymagana dla układów, które są zgodne z dokładnością do ± 2 % na podstawie bilansu chemicznego węgla lub tlenu w powietrzu dolotowym, paliwie i rozcieńczonych gazów spalinowych.

8.1.3. Weryfikacje pod kątem dokładności, powtarzalności i szumu

Wartości eksploatacyjne dla poszczególnych przyrządów podane w tabeli 6.8 stanowią podstawę do określania dokładności, powtarzalności i szumów danego przyrządu.

Weryfikacja dokładności, powtarzalności ani szumów przyrządów nie jest wymagana. Takie weryfikacje można jednak wziąć pod uwagę, aby określić specyfikację dla nowego przyrządu, zweryfikować działanie nowo dostarczonego przyrządu lub znaleźć przyczynę wadliwego funkcjonowania używanego przyrządu.

8.1.4. Weryfikacja liniowości

8.1.4.1. Zakres i częstotliwość

Weryfikację liniowości przeprowadza się dla każdego układu pomiarowego wymienionego w tabeli 6.5 co najmniej z częstotliwością określoną w tabeli, zgodnie z zaleceniami producenta układu pomiarowego i właściwą oceną techniczną. Celem weryfikacji liniowości jest określenie, czy odpowiedź układu pomiarowego jest proporcjonalna w całym przedmiotowym zakresie pomiarowym. Weryfikacja liniowości polega na wprowadzeniu serii co

▼B

najmniej 10 wartości odniesienia do układu pomiarowego, o ile nie określono inaczej. Układ pomiarowy określa ilościowo każdą wartość odniesienia. Zmierzone wartości należy zbiorczo porównać z wartościami odniesienia przy użyciu regresji liniowej i kryteriów liniowości określonych w tabeli 6.5.

8.1.4.2. Wymagania dotyczące osiągów

Jeżeli układ pomiarowy nie spełnia odpowiednich kryteriów liniowości z tabeli 6.5, usterkę należy skorygować za pomocą ponownego wzorcowania, serwisowania lub wymiany części, stosownie do potrzeb. Po usunięciu usterki należy powtórzyć weryfikację liniowości, aby upewnić się, że układ pomiarowy spełnia kryteria liniowości.

8.1.4.3. Procedura

Stosuje się następujący protokół weryfikacji liniowości:

a) układ pomiarowy musi pracować w przewidzianych dla niego warunkach temperatury, ciśnienia i przepływów;

b) przyrząd zeruje się tak jak przed badaniem emisji, wprowadzając sygnał zerowy. W przypadku analizatorów gazowych stosuje się gaz zerowy spełniający specyfikacje określone w pkt 9.5.1, który wprowadza się bezpośrednio do otworu wlotowego analizatora;

c) ustawia się zakres pomiarowy przyrządu, tak jak przed badaniem emisji, wprowadzając sygnał ustawienia zakresu pomiarowego. W przypadku analizatorów gazowych stosuje się gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego spełniający specyfikacje określone w pkt 9.5.1, który wprowadza się bezpośrednio do otworu wlotowego analizatora;

d) po ustawieniu zakresu pomiarowego przyrządu sprawdza się wskazanie zera przy pomocy tego samego sygnału, który został użyty w lit. b) niniejszego punktu. W oparciu o odczyt zera stosuje się właściwą ocenę techniczną do ustalenia, czy przed przejściem do następnej czynności konieczne jest ponowne zerowanie i ustawianie zakresu pomiarowego przyrządu;

e) stosując się do zaleceń producenta i właściwej oceny technicznej, w odniesieniu do wszystkich zmierzonych wielkości wybiera się wartości odniesienia, y_{refi}, obejmujące cały zakres wartości spodziewanych w czasie badania emisji, tak aby uniknąć konieczności ekstrapolacji poza te wartości. Jako jedną z wartości odniesienia do celów weryfikacji liniowości wybiera się zerowy sygnał odniesienia. W odniesieniu do weryfikacji liniowości autonomicznych wartości ciśnienia i temperatury dobiera się co najmniej trzy wartości odniesienia. W odniesieniu do wszystkich pozostałych weryfikacji liniowości dobiera się co najmniej dziesięć wartości odniesienia;

f) stosując się do zaleceń producenta i właściwej oceny technicznej, określa się kolejność wprowadzania serii wartości odniesienia;

g) następnie generuje się i wprowadza wielkości odniesienia zgodnie z opisem w pkt 8.1.4.4. W przypadku analizatorów gazowych stosuje się stężenia gazów, co do których wiadomo, że spełniają specyfikacje pkt 9.5.1, i gazy te wprowadza się bezpośrednio do otworu wlotowego analizatora;

h) przy pomiarze wartości odniesienia uwzględnia się czas stabilizacji przyrządu;

i) przy częstotliwości rejestrowania co najmniej takiej jak określono w tabeli 6.7, dokonuje się pomiaru wartości odniesienia przez czas 30 s i odnotowuje średnią arytmetyczną zmierzonych wartości $\bar{y}_i$;

▼B

j) powtarza się czynności z lit. g)–i) niniejszego punktu aż do zmierzenia wszystkich wielkości odniesienia;

k) w oparciu o średnie arytmetyczne $\overline{y}_i$ i wartości odniesienia y_{refi} oblicza się parametry regresji liniowej i wartości statystyczne do celów porównania z minimalnymi kryteriami eksploatacyjnymi określonymi w tabeli 6.5. Wykorzystuje się obliczenia opisane w dodatku 3 do załącznika VII.

8.1.4.4. Sygnały odniesienia

W niniejszym punkcie opisano zalecane metody generowania wartości odniesienia do celów protokołu weryfikacji liniowości opisanego w pkt 8.1.4.3. Stosuje się wartości odniesienia, które symulują wartości rzeczywiste, lub wartość rzeczywistą wprowadza się do referencyjnego układu pomiarowego i mierzy za jego pomocą. W tym drugim przypadku wartość odniesienia to wartość odczytana z referencyjnego układu pomiarowego. Wartości odniesienia i referencyjne układy pomiarowe muszą być zgodne z normami międzynarodowymi.

W przypadku układów pomiaru temperatury z czujnikami takimi jak termopary, termometry oporowe i termistory, weryfikację liniowości można przeprowadzić poprzez usunięcie czujnika z układu i zastosowanie w tym miejscu symulatora. Stosuje się symulator, który jest niezależnie wzorcowany i skompensowany pod względem spoiny zimnej, stosownie do potrzeb. Niepewność symulatora zgodnego z normami międzynarodowymi przeskalowana w odniesieniu do temperatury musi być mniejsza niż 0,5 % maksymalnej temperatury T_{max}. Jeżeli zastosowano tę opcję, należy zastosować takie czujniki, które zgodnie z danymi dostawcy mają dokładność lepszą niż 0,5 % temp. T_{max} w porównaniu z ich standardową krzywą wzorcowania.

8.1.4.5. Układy pomiarowe, które wymagają weryfikacji liniowości

W tabeli 6.5 podano układy pomiarowe, które wymagają weryfikacji liniowości. W odniesieniu do tej tabeli stosuje się następujące przepisy:

a) weryfikację liniowości należy przeprowadzać częściej, jeżeli zaleca to producent przyrządu lub wynika to z właściwej oceny technicznej;

b) „min” odnosi się do minimalnych wartości odniesienia stosowanych podczas weryfikacji liniowości.

Należy zauważyć, że wartość ta może wynosić zero lub być ujemna, w zależności od sygnału;

c) „max” odnosi się zasadniczo do maksymalnych wartości odniesienia stosowanych podczas weryfikacji liniowości. Na przykład dla rozdzielaczy gazu x_{max} to stężenie nierozdzielonego, nierozcieńczonego gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego. Poniżej znajdują się przypadki szczególne, dla których „max” dotyczy innych wartości:

(i) w odniesieniu do weryfikacji liniowości wagi cząstek stałych m_{max} to typowa masa filtra cząstek stałych;

(ii) w odniesieniu do weryfikacji liniowości momentu obrotowego T_{max} to określona przez producenta wartość szczytowa momentu obrotowego silnika odnosząca się do badanego silnika o największym momencie obrotowym;

d) podane zakresy obejmują wartości graniczne. Przykładowo, zakres 0,98–1,02 określony dla nachylenia a_1 oznacza $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$;

▼B

e) takie weryfikacje liniowości nie są wymagane dla układów, które przeszły pozytywnie weryfikację natężenia przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych zgodnie z pkt 8.1.8.5 w odniesieniu do próby propanowej, lub dla układów, które są zgodne z dokładnością do ± 2 % na podstawie bilansu chemicznego węgla lub tlenu w powietrzu dolotowym, paliwie i spalinach;

f) kryteria a_1 dla tych wielkości muszą być spełnione tylko wówczas, gdy wymagana jest wartość bezwzględna danej wielkości, w przeciwieństwie do sygnału, który ma być tylko liniowo proporcjonalny do wartości rzeczywistej;

g) temperatury autonomiczne obejmują temperatury elementów silnika i warunki otoczenia wykorzystywane do ustawiania lub sprawdzania warunków silnika; temperatury wykorzystywane do ustawiania lub sprawdzania warunków krytycznych w układzie badawczym; oraz temperatury wykorzystywane do obliczeń wielkości emisji:

   (i) wymagane kontrole liniowości temperatury dotyczą: dolotu powietrza; podłoża do oczyszczania spalin (w przypadku silników badanych z układami wtórnej obróbki spalin w cyklach z kryteriami zimnego rozruchu); powietrza rozcieńczającego do pobierania próbek cząstek stałych (układ CVS, podwójne rozcieńczenie i układy rozcieńczania przepływu częściowego); próbki cząstek stałych; oraz próbki z agregatu chłodniczego (w przypadku układów pobierania próbek gazowych, które wykorzystują agregaty chłodnicze do osuszania próbek);

   (ii) kontrole liniowości temperatury następujących elementów są wymagane tylko wówczas, gdy wymaga tego producent silnika: wlotu paliwa; wylotu powietrza z chłodnicy powietrza doładowującego stanowiska badawczego (dla silników badanych przy użyciu stanowiska badawczego z wymiennikiem ciepła symulującym chłodnicę powietrza doładowującego maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach); wlotu cieczy chłodzącej do chłodnicy powietrza doładowującego stanowiska badawczego (dla silników badanych przy użyciu stanowiska badawczego z wymiennikiem ciepła symulującym chłodnicę powietrza doładowującego maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach); oleju w misce olejowej; cieczy chłodzącej przed termostatem (dla silników chłodzonych cieczą);

h) ciśnienia autonomiczne obejmują ciśnienia w silniku i warunki otoczenia wykorzystywane do ustawiania lub sprawdzania warunków silnika; ciśnienia wykorzystywane do ustawiania lub sprawdzania warunków krytycznych w układzie badawczym; oraz ciśnienia wykorzystywane do obliczeń wielkości emisji:

   (i) wymagane kontrole liniowości ciśnienia dotyczą: ograniczenia ciśnienia powietrza dolotowego; przeciwciśnienia spalin; barometru; ciśnienia na mierniku przy wlocie do układu CVS (przy pomiarze z użyciem układu CVS); próbki z agregatu chłodniczego (w przypadku układów pobierania próbek gazowych, które wykorzystują agregaty chłodnicze do osuszania próbek);

   (ii) kontrole liniowości ciśnienia następujących elementów są wymagane wyłącznie w przypadku, gdy wymaga tego producent silnika: spadku ciśnienia w chłodnicy powietrza doładowującego i przewodzie łączącym (dla silników turbodoładowanych badanych przy użyciu stanowiska badawczego z wymiennikiem ciepła symulującym chłodnicę powietrza doładowującego maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach); wlotu paliwa i wylotu paliwa.

▼B

Tabela 6.5

Układy pomiarowe, które wymagają weryfikacji liniowości

Układ pomiarowy	Ilość	Minimalna częstotliwość weryfikacji	Kryteria liniowości			
			$\lvert x_{min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 \rvert$	a	SEE	r^2
Prędkość obrotowa silnika	n	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 0,05 % n_{max}	0,98–1,02	≤ 2 % n_{max}	≥ 0,990
Moment obrotowy silnika	T	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % T_{max}	0,98–1,02	≤ 2 % T_{max}	≥ 0,990
Natężenie przepływu paliwa	q_m	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{m,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{m,\ max}$	≥ 0,990
Natężenie przepływu powietrza dolotowego ([1])	q_V	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{V,\ max}$	≥ 0,990
Powietrze rozcieńczające powietrza dolotowego ([1])	q_V	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{V,\ max}$	≥ 0,990
Rozcieńczone gazy spalinowe powietrza dolotowego ([1])	q_V	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{V,\ max}$	≥ 0,990
Spaliny nierozcieńczone powietrza dolotowego ([1])	q_V	W ciągu 185 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{V,\ max}$	≥ 0,990
Natężenia przepływu przez urządzenia do pobierania próbek okresowych ([1])	q_V	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % $q_{V,\ max}$	0,98–1,02	≤ 2 % $q_{V,\ max}$	≥ 0,990
Rozdzielacze gazu	x/x_{span}	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 0,5 % x_{max}	0,98–1,02	≤ 2 % x_{max}	≥ 0,990
Analizatory gazu	x	W ciągu 35 dni przed badaniem	≤ 0,5 % x_{max}	0,99–1,01	≤ 1 % x_{max}	≥ 0,998
Waga do cząstek stałych	m	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % m_{max}	0,99–1,01	≤ 1 % m_{max}	≥ 0,998
Autonomiczne wartości ciśnienia	p	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % p_{max}	0,99–1,01	≤ 1 % p_{max}	≥ 0,998
Konwersja autonomicznych sygnałów temperatury z analogowych na cyfrowe	T	W ciągu 370 dni przed badaniem	≤ 1 % T_{max}	0,99–1,01	≤ 1 % T_{max}	≥ 0,998

([1]) Molowe natężenie przepływu można zastąpić standardowym objętościowym natężeniem przepływu jako terminem reprezentującym „ilość”. W takim przypadku maksymalne molowe natężenie przepływu można zastąpić maksymalnym standardowym objętościowym natężeniem przepływu w ramach odpowiednich kryteriów linearności.

▼B

8.1.5. Odpowiedź układu analizatora ciągłego gazów i weryfikacja aktualizacji-zapisu

W niniejszej sekcji opisano ogólną procedurę weryfikacji odpowiedzi układu analizatora ciągłego gazów i weryfikacji aktualizacji-zapisu. Zob. pkt 8.1.6, gdzie można znaleźć procedury weryfikacji dla analizatorów typu kompensacyjnego.

8.1.5.1. Zakres i częstotliwość

Przedmiotową weryfikację przeprowadza się po zainstalowaniu lub wymianie analizatora gazowego wykorzystywanego do ciągłego pobierania próbek. Weryfikację tę przeprowadza się również wówczas, gdy zmieniono konfigurację układu w sposób, który zmienia odpowiedź układu. Weryfikacja ta jest wymagana dla ciągłych analizatorów gazowych używanych do badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) lub RMC, ale nie jest wymagana dla układów okresowych analizatorów gazów ani dla układów analizatorów ciągłych gazów używanych tylko do badań NRSC z fazami dyskretnymi.

8.1.5.2. Zasady pomiaru

W omawianym badaniu sprawdza się, czy częstotliwości aktualizacji i zapisu są spójne z ogólną odpowiedzią układu na gwałtowną zmianę wartości stężeń na sondzie do pobierania próbek. Układy analizatorów gazów muszą być zoptymalizowane w taki sposób, aby ich ogólna odpowiedź na gwałtowną zmianę stężenia była aktualizowana i zapisywana z odpowiednią częstotliwością, tak aby zapobiec utracie danych. W omawianym badaniu sprawdza się również, czy układy analizatorów ciągłych gazów spełniają wymagania dotyczące minimalnego czasu odpowiedzi.

Ustawienia układu dla analizy czasu odpowiedzi (tj. ciśnienie, natężenia przepływu, ustawienia filtra na analizatorach oraz wszystkie inne elementy wpływające na czas odpowiedzi) muszą być dokładnie takie same, jak podczas pomiarów w czasie przebiegu badawczego. Oznaczanie czasu odpowiedzi przeprowadza się z przełączaniem gazu bezpośrednio na wlocie do sondy do pobierania próbek. Urządzenia do przełączania gazu muszą wykonywać tę czynność w czasie krótszym niż 0,1 s. Gazy wykorzystywane podczas badania muszą wywoływać zmianę stężenia o przynajmniej 60 % pełnej skali.

Należy zarejestrować ślad stężenia każdego pojedynczego składnika gazowego.

8.1.5.3. Wymagania dla układu

a) Czas odpowiedzi układu musi wynosić ≤ 10 s przy czasie narastania ≤ 5 s dla wszystkich mierzonych składników (CO, $NO_{x,2}$ i HC) oraz dla wszystkich stosowanych zakresów.

Wszystkie dane (stężenie, przepływy paliwa i powietrza) muszą zostać przesunięte o ich zmierzone czasy odpowiedzi przed dokonaniem obliczeń emisji zgodnie z załącznikiem VII.

b) Aby wykazać dopuszczalną częstotliwość aktualizacji i zapisu w odniesieniu do ogólnej odpowiedzi układu, układ musi spełniać jedno z poniższych kryteriów:

(i) iloczyn średniego czasu narastania i częstotliwości, z jaką układ zapisuje zaktualizowane stężenie, musi wynosić co najmniej 5. W każdym wypadku średni czas narastania nie może przekraczać 10 s;

▼B

(ii) częstotliwość, z jaką układ zapisuje stężenie, musi wynosić co najmniej 2 Hz (zob. również tabela 6.7).

8.1.5.4. Procedura

Do weryfikacji odpowiedzi każdego układu analizatora ciągłego gazów stosuje się następującą procedurę:

a) przy uruchamianiu i eksploatacji układu analizatora przestrzega się instrukcji producenta dotyczących konfiguracji przyrządu. Układ pomiarowy należy wyregulować w miarę potrzeb, aby zoptymalizować jego działanie. Weryfikację tę przeprowadza się dla analizatora pracującego w taki sam sposób jak przy badaniu emisji. Jeżeli układ pobierania próbek analizatora jest wspólny z innymi analizatorami oraz jeżeli przepływ gazu do pozostałych analizatorów ma wpływ na czas odpowiedzi układu, takie pozostałe analizatory należy uruchomić i muszą one pracować podczas niniejszego badania weryfikacyjnego. Badanie weryfikacyjne można przeprowadzić jednocześnie na wielu analizatorach wykorzystujących ten sam układ pobierania próbek. Jeżeli podczas badania emisji stosowane są filtry analogowe lub filtry cyfrowe w czasie rzeczywistym, filtry te muszą działać w ten sam sposób podczas omawianej weryfikacji;

b) w odniesieniu do urządzeń stosowanych do walidacji czasu odpowiedzi układu zaleca się stosowanie jak najkrótszych linii do przesyłania gazu między wszystkimi połączeniami; do jednego z wlotów szybkiego zaworu 3-drogowego (2 wloty, 1 wylot) podłącza się źródło powietrza obojętnego w celu kontroli przepływu gazu zerowego i wymieszanych gazów wzorcowych do ustawiania zakresu pomiarowego do wlotu sondy układu pobierania próbek lub do trójnika w pobliżu końcówki sondy. Z reguły natężenie przepływu gazu jest większe niż natężenie przepływu próbki w sondzie i nadmiar wypływa końcówką sondy. Jeżeli natężenie przepływu gazu jest mniejsze niż natężenie przepływu w sondzie, należy dostosować stężenia gazu w celu uwzględnienia rozcieńczenia powietrzem atmosferycznym zasysanym do sondy. Można stosować dwu- lub wieloskładnikowe gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego. Do wymieszania gazów wzorcowych do ustawiania zakresu pomiarowego można użyć urządzenia do mieszania gazów. Urządzenie do mieszania gazów jest zalecane przy mieszaniu gazów wzorcowych do ustawiania zakresu pomiarowego rozcieńczonych N_2 z gazami wzorcowymi do ustawiania zakresu pomiarowego rozcieńczonymi powietrzem.

Przy użyciu rozdzielacza gazu gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego NO–CO–CO_2–C_3H_8–CH_4 (dopełnienie: N_2) miesza się w równym stosunku z gazem wzorcowym do ustawiania zakresu pomiarowego NO_2 (dopełnienie: oczyszczone powietrze syntetyczne). W stosownych przypadkach zamiast mieszaniny NO-CO-CO_2-C_3H_8-CH_4 z dopełnieniem N_2 można zastosować standardowe dwuskładnikowe gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego; w takim przypadku dla każdego analizatora wykonuje się oddzielne badania odpowiedzi. Wylot rozdzielacza gazu podłącza się do drugiego wlotu zaworu 3-drogowego. Wylot zaworu podłącza się do przelewu sondy układu analizatora gazów lub do przelewu pomiędzy sondą a linią przesyłową do wszystkich weryfikowanych analizatorów. Należy zastosować takie ustawienie układu, które zapobiega pulsacji ciśnienia wskutek zatrzymania przepływu przez urządzenie do mieszania gazów. Należy pominąć wszelkie z powyższych składników gazowych, które nie są istotne dla analizatorów będących przedmiotem omawianej weryfikacji. Alternatywnie dopuszcza się stosowanie butli z pojedynczymi gazami i oddzielne pomiary czasu odpowiedzi;

▼B

c) gromadzenie danych wykonuje się w następujący sposób:

(i) zawór przełącza się w celu rozpoczęcia przepływu gazu zerowego;

(ii) należy umożliwić stabilizację, uwzględniając opóźnienia przesyłu i pełną odpowiedź najwolniejszego analizatora;

(iii) zapisywanie danych rozpoczyna się przy częstotliwości używanej podczas badania emisji. Każda zmierzona wartość musi być unikalnym zaktualizowanym stężeniem zmierzonym przez analizator; nie wolno stosować interpolacji ani filtrowania do zmiany zapisanych wartości;

(iv) zawór przełącza się w celu umożliwienia przepływu zmieszanych gazów wzorcowych do ustawiania zakresu pomiarowego do analizatorów. Czas ten zapisuje się jako t_0;

(v) uwzględnia się opóźnienia przesyłu i pełną odpowiedź najwolniejszego analizatora;

(vi) przepływ przełącza się w celu umożliwienia przepływu gazu zerowego do analizatora. Czas ten zapisuje się jako t_{100};

(vii) uwzględnia się opóźnienia przesyłu i pełną odpowiedź najwolniejszego analizatora;

(viii) czynności określone w niniejszym punkcie lit. c) ppkt (iv)–(vii) powtarza się do zapisania siedmiu pełnych cykli, kończąc na przepływie gazu zerowego przez analizatory;

(ix) zatrzymuje się rejestrowanie danych.

8.1.5.5. Ocena działania

Dane z niniejszej sekcji pkt 8.1.5.4 lit. c) wykorzystuje się do obliczenia średniego czasu narastania dla każdego z analizatorów.

a) Jeżeli wybrano wykazanie zgodności w sposób podany w niniejszej sekcji pkt 8.1.5.3 lit. b) ppkt (i), stosuje się następującą procedurę: czasy narastania (w s) mnoży się przez ich odpowiednie częstotliwości zapisu w hercach (1/s). Wartość każdego wyniku musi wynosić co najmniej 5. Jeżeli wartość jest mniejsza niż 5, należy zwiększyć częstotliwość zapisu, wyregulować przepływy lub zmienić konstrukcję układu pobierania próbek, tak aby odpowiednio zwiększyć czas narastania. Można również zmienić konfigurację filtrów cyfrowych, aby zwiększyć czas narastania.

b) Jeżeli wybrano wykazanie zgodności w sposób podany w pkt 8.1.5.3 lit. b) ppkt (ii), wystarczy wykazać zgodność z wymaganiami określonymi w pkt 8.1.5.3 lit. b) ppkt (ii).

8.1.6. Weryfikacja czasu odpowiedzi dla analizatorów typu kompensacyjnego

8.1.6.1. Zakres i częstotliwość

Weryfikację tę przeprowadza się w celu określenia odpowiedzi analizatora ciągłego gazów w układzie, w którym odpowiedź jednego analizatora jest kompensowana przez odpowiedź drugiego w celu określenia wielkości emisji gazowej. Na potrzeby tej kontroli parę wodną uznaje się za składnik gazowy. Weryfikacja ta jest wymagana w przypadku analizatorów ciągłych gazów używanych do badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) lub RMC. Weryfikacja ta nie jest wymagana w przypadku

▼B

analizatorów okresowych gazów ani dla analizatorów ciągłych gazów używanych tylko do badań w NRSC z fazami dyskretnymi. Omawiana weryfikacja nie dotyczy poprawki o wartość wody usuniętej z próbki podczas jej dalszego przetwarzania. Niniejszą weryfikację wykonuje się po pierwszej instalacji (tj. oddaniu stanowiska badawczego do eksploatacji). Po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych można zastosować pkt 8.1.5 do sprawdzenia jednolitości odpowiedzi, pod warunkiem że wszelkie wymienione elementy zostały wcześniej w dowolnym czasie poddane weryfikacji jednolitości odpowiedzi w stanie zwilżonym.

8.1.6.2. Zasady pomiaru

Procedura ta służy do sprawdzania ustawienia czasowego i jednolitości odpowiedzi w odniesieniu do połączonych pomiarów gazowych w trybie ciągłym. Na potrzeby tej procedury trzeba dopilnować, aby włączone były wszystkie algorytmy kompensacji i poprawki wilgotności.

8.1.6.3. Wymagania dla układu

Ogólny wymóg dotyczący czasu odpowiedzi i czasu narastania podany w pkt 8.1.5.3 lit. a) jest ważny również dla analizatorów typu kompensacyjnego. Ponadto jeżeli częstotliwość zapisu różni się od częstotliwości aktualizacji ciągle łączonego/kompensowanego sygnału, mniejszej z tych wartości częstotliwości używa się do celów weryfikacji wymaganej zgodnie z pkt 8.1.5.3 lit. b) ppkt (i).

8.1.6.4. Procedura

Należy zastosować wszystkie procedury podane w pkt 8.1.5.4 lit. a)–c). Poza tym należy również zmierzyć odpowiedź i czas narastania dla pary wodnej, jeżeli stosowany jest algorytm kompensacji w oparciu o zmierzoną ilość pary wodnej. W takim przypadku należy zwilżyć co najmniej jeden ze stosowanych gazów wzorcowych (ale nie NO_2) w następujący sposób:

Jeżeli w układzie nie stosuje się osuszacza próbki do usuwania wody z próbek gazowych, gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego należy zwilżyć, przepuszczając mieszaninę gazową przez szczelne naczynie z wodą destylowaną, w którym gaz nawilżany jest do najwyższego punktu rosy próbki przewidywanego w czasie pobierania próbek emisji. Jeżeli w układzie podczas badań stosuje się osuszacz próbki, który przeszedł weryfikację osuszacza próbki, zwilżoną mieszaninę gazów można wprowadzić za osuszaczem próbki (w kierunku przepływu), przepuszczając ją przez wodę destylowaną w szczelnym naczyniu w temperaturze 298 ±10 K (25 ±10 °C), lub w temperaturze przewyższającej punkt rosy. We wszystkich przypadkach za naczyniem (w kierunku przepływu) zwilżony gaz musi być utrzymywany w temperaturze większej o co najmniej 5 K (5 °C) od swojego miejscowego punktu rosy w danym punkcie linii. Należy zauważyć, że możliwe jest pominięcie wszelkich z powyższych składników gazowych, które nie są istotne dla analizatorów będących przedmiotem omawianej weryfikacji. Jeżeli którykolwiek ze składników gazowych nie jest podatny na kompensację wodą, sprawdzenie odpowiedzi mierzących go analizatorów można wykonać bez zwilżania.

▼M2

8.1.7. Pomiar parametrów silnika i warunków otoczenia

Należy stosować wewnętrzne procedury jakości oparte na uznanych normach krajowych lub międzynarodowych. W przeciwnym razie stosuje się następujące procedury.

▼B

8.1.7.1. Wzorcowanie momentu obrotowego

8.1.7.1.1. Zakres i częstotliwość

Wszystkie układy pomiaru momentu obrotowego, w tym przetworniki i układy służące do pomiaru momentu obrotowego hamulca dynamometrycznego, wzorcuje się przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych z użyciem między innymi siły odniesienia lub ramienia dźwigni z obciążnikiem. Decyzję o powtórzeniu wzorcowania podejmuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną. Należy zastosować instrukcje producenta przetwornika momentu obrotowego w celu uzyskania liniowości sygnałów wyjściowych czujnika momentu obrotowego. Dozwolone są inne metody wzorcowania.

8.1.7.1.2. Wzorcowanie przy użyciu obciążników

Technika ta polega na przyłożeniu znanej siły poprzez zawieszenie obciążników o znanej wadze w określonym punkcie długości ramienia dźwigni. Należy dopilnować, aby ramię dźwigni było ustawione prostopadle do siły ciężkości (czyli poziomo) oraz prostopadle do osi obrotu hamulca dynamometrycznego. Do każdego odpowiedniego zakresu pomiarowego momentu obrotowego stosuje się co najmniej sześć kombinacji odważników wzorcujących, przy zasadniczo równomiernym rozłożeniu wielkości obciążników w całym zakresie. Podczas wzorcowania w hamulcu dynamometrycznym musi występować ruch oscylacyjny lub obrotowy, aby ograniczyć histerezę tarcia statycznego. Siłę wywieraną przez każdy obciążnik wyznacza się poprzez pomnożenie jego masy zgodnej z normami międzynarodowymi przez wartość miejscowego przyśpieszenia ziemskiego.

8.1.7.1.3. Wzorcowanie przy użyciu czujnika tensometrycznego lub dynamometru pierścieniowego

W technice tej siłę przykłada się albo poprzez zawieszenie obciążników na ramieniu dźwigni (obciążniki te i odpowiednia dla nich długość ramienia dźwigni nie są wykorzystywane do wyznaczenia momentu obrotowego odniesienia), albo poprzez włączanie hamulca dynamometrycznego przy różnych momentach obrotowych. Do każdego odpowiedniego zakresu pomiarowego momentu obrotowego stosuje się co najmniej sześć kombinacji przykładanej siły, przy zasadniczo równomiernym rozłożeniu wielkości siły w całym zakresie. Podczas wzorcowania w hamulcu dynamometrycznym musi występować ruch oscylacyjny lub obrotowy, aby ograniczyć histerezę tarcia statycznego. W tym przypadku moment obrotowy odniesienia wyznacza się poprzez pomnożenie wyniku siły z miernika odniesienia (np. czujnika tensometrycznego lub dynamometru pierścieniowego) przez odpowiednią efektywną długość ramienia dźwigni, mierzoną od punktu wykonania pomiaru siły do osi obrotu hamulca dynamometrycznego. Należy dopilnować, aby odległość ta została zmierzona prostopadle do osi pomiarowej miernika odniesienia oraz prostopadle do osi obrotu hamulca dynamometrycznego.

8.1.7.2. Wzorcowanie urządzeń do pomiaru ciśnienia, temperatury i punktu rosy

Przyrządy do pomiaru ciśnienia, temperatury i punktu rosy wzorcuje się przy pierwszej instalacji. Stosuje się zalecenia producenta przyrządu, a decyzję o powtórzeniu wzorcowania podejmuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

W przypadku układów pomiaru temperatury wykorzystujących termoparę, termometry oporowe lub czujniki termistorowe wzorcowanie układu wykonuje się w sposób opisany w pkt 8.1.4.4 dla weryfikacji liniowości.

8.1.8. Pomiary związane z przepływem

8.1.8.1. Wzorcowanie przepływomierzy paliwa

Przepływomierze paliwa wzorcuje się przy ich pierwszej instalacji. Stosuje się zalecenia producenta przyrządu, a decyzję o powtórzeniu wzorcowania podejmuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

▼B

8.1.8.2. Wzorcowanie przepływomierzy powietrza dolotowego

Przepływomierze powietrza dolotowego wzorcuje się przy ich pierwszej instalacji. Stosuje się zalecenia producenta przyrządu, a decyzję o powtórzeniu wzorcowania podejmuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

8.1.8.3. Wzorcowanie przepływomierzy spalin

Przepływomierze spalin wzorcuje się przy ich pierwszej instalacji. Stosuje się zalecenia producenta przyrządu, a decyzję o powtórzeniu wzorcowania podejmuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

8.1.8.4. Wzorcowanie przepływomierzy rozcieńczonych gazów spalinowych (CVS)

8.1.8.4.1. Informacje ogólne

a) W niniejszej sekcji opisano sposób wzorcowania przepływomierzy stosowanych w układach pobierania próbek rozcieńczonych gazów spalinowych przy zachowaniu stałej objętości przepływu (CVS).

b) Wzorcowanie to przeprowadza się przy przepływomierzu zainstalowanym w swojej stałej lokalizacji. Wzorcowanie wykonuje się po dokonaniu zmian w dowolnej części konfiguracji przepływu przed lub za przepływomierzem (w kierunku przeciwnym do przepływu lub w kierunku przepływu), które mogą mieć wpływ na wzorcowanie przepływomierza. Wzorcowanie wykonuje się przy pierwszej instalacji układu CVS oraz w przypadkach, gdy działania naprawcze nie usunęły przyczyn niespełnienia kryteriów weryfikacji przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych (tj. próby propanowej) z pkt 8.1.8.5.

c) Przepływomierz CVS wzorcuje się przy użyciu przepływomierza odniesienia, takiego jak przepływomierz oparty na zwężce Venturiego o przepływie poddźwiękowym, dysza przepływowa o długim promieniu, kryza gładkiego podejścia (SAO), element z przepływem uwarstwionym, zestaw zwężek Venturiego o przepływie krytycznym lub przepływomierz poddźwiękowy. Należy zastosować przepływomierz odniesienia, który wskazuje wielkości zgodne z normami międzynarodowymi przy poziomie niepewności ± 1 %. Odpowiedź takiego przepływomierza odniesienia na przepływ wykorzystuje się jako wartość odniesienia do wzorcowania przepływomierza CVS.

d) Przed przepływomierzem odniesienia (w kierunku przeciwnym do przepływu) nie można umieszczać sit ani innych elementów ograniczających ciśnienie, które mogłyby zmieniać wielkość przepływu przed przepływomierzem odniesienia, chyba że przepływomierz był wzorcowany z takim ograniczeniem ciśnienia.

e) Sekwencja wzorcowania opisana w niniejszym pkt 8.1.8.4 dotyczy podejścia opartego na liczbie moli. Zob. pkt 2.5 załącznika VII, gdzie przedstawiono odpowiednią sekwencję dla podejścia opartego na masie.

f) ►**M2** Alternatywnie można usunąć zwężkę CFV lub SSV z jej stałego położenia do wzorcowania, pod warunkiem że w momencie instalacji zwężki w układzie CVS spełnione są następujące wymogi: ◄

1) przy instalacji CFV lub SSV w układzie CVS należy upewnić się w oparciu o właściwą ocenę techniczną, czy nie doszło do przecieków między wlotem do układu CVS a zwężką Venturiego;

▼B

2) po wzorcowaniu zwężki Venturiego *ex-situ* należy sprawdzić wszystkie kombinacje przepływu przez zwężkę Venturiego w przypadku zwężek CFV lub w co najmniej 10 punktach przepływu w przypadku zwężki SSV, stosując próbę propanową zgodnie z pkt 8.1.8.5. Wynik próby propanowej w każdym punkcie przepływu przez zwężkę Venturiego nie może przekroczyć tolerancji określonej w pkt 8.1.8.5.6;

3) aby sprawdzić wzorcowanie *ex-situ* w przypadku układu CVS wyposażonego w więcej niż jedną zwężkę CFV, przeprowadza się następującą weryfikację:

(i) wykorzystuje się urządzenie do kontroli przepływu stałego, aby uzyskać stały przepływ propanu w tunelu rozcieńczającym;

(ii) stężenia węglowodorów mierzy się co najmniej dla 10 oddzielnych natężeń przepływu w przypadku przepływomierza SSV lub dla wszystkich możliwych kombinacji przepływu w przypadku przepływomierza CFV, przy czym należy utrzymać stały przepływ propanu;

(iii) stężenie tła węglowodorów w powietrzu rozcieńczającym mierzy się na początku i na końcu tego badania. Średnie stężenie tła należy odjąć od każdego pomiaru w każdym punkcie przepływu przed wykonaniem analizy regresji przedstawionej w ppkt (iv);

(iv) regresję potęgową należy przeprowadzić, wykorzystując wszystkie sparowane wartości natężenia przepływu oraz poprawioną wartość stężenia, aby uzyskać zależność w postaci $y = a \times x^b$, gdzie stężenie to zmienna niezależna a natężenie przepływu – zmienna zależna. W odniesieniu do każdego punktu danych należy obliczyć różnicę między zmierzoną wartością natężenia przepływu a wartością przedstawioną poprzez dopasowanie krzywej. Różnica w każdym punkcie musi być mniejsza niż ± 1 % odpowiedniej wartości regresji. Wartość b musi mieścić się w przedziale – 1,005 – – 0,995. Jeżeli wyniki nie mieszczą się w wyżej określonych granicach, należy podjąć działanie naprawcze zgodnie z pkt 8.1.8.5.1 lit. a).

8.1.8.4.2. Wzorcowanie pompy wyporowej

Pompę wyporową (PDP) wzorcuje się w celi określenia równania przepływu w funkcji prędkości pompy, które uwzględnia przecieki przepływu przez powierzchnie uszczelnień w pompie jako funkcję ciśnienia wlotowego pompy. Dla każdej prędkości pracy pompy wyporowej wyznacza się indywidualne współczynniki równania. Przepływomierz pompy wyporowej wzorcuje się w następujący sposób:

a) układ podłącza się jak na rysunku 6.5;

b) przecieki między przepływomierzem do wzorcowania a pompą wyporową muszą być mniejsze niż 0,3 % przepływu całkowitego dla najniższego wzorcowanego punktu przepływu; na przykład, w punkcie największego ograniczenia ciśnienia i najmniejszej prędkości pompy wyporowej;

c) podczas pracy pompy wyporowej utrzymuje się stałą temperaturę na wlocie pompy wyporowej w granicach ±2 % średniej temperatury bezwzględnej na wlocie, T_{in};

d) prędkość pompy wyporowej ustawia się stosownie do pierwszego punktu prędkości, dla którego ma być wzorcowana;

e) zmienne urządzenie dławiące ustawia się w położeniu całkowicie otwartym;

▼B

f) pompa wyporowa musi pracować przez co najmniej 3 minuty w celu ustabilizowania układu. Następnie przy ciągłej pracy pompy wyporowej rejestruje się średnie wartości z danych pobieranych przez co najmniej 30 s dla następujących wielkości:

(i) średnie natężenie przepływu w przepływomierzu odniesienia, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

(ii) średnia temperatura na wlocie pompy wyporowej, T_{in};

(iii) średnie statyczne ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy wyporowej, p_{in};

(iv) średnie statyczne ciśnienie bezwzględne na wylocie pompy wyporowej, p_{out};

(v) średnia prędkość pompy wyporowej, n_{PDP};

g) zawór dławiący zamyka się stopniowo w celu zmniejszenia ciśnienia bezwzględnego na wlocie pompy wyporowej, p_{in};

h) czynności opisane w pkt 8.1.8.4.2 lit. f) i g) powtarza się w celu zarejestrowania danych dla co najmniej sześciu położeń zaworu dławiącego odzwierciedlających pełny zakres możliwych ciśnień eksploatacyjnych na wlocie pompy wyporowej;

i) pompę wyporową wzorcuje się przy użyciu zgromadzonych danych i równań podanych w załączniku VII;

j) w odniesieniu do każdej prędkości pracy pompy wyporowej powtarza się czynności opisane w niniejszym punkcie lit. f)–i);

k) wyznacza się równanie przepływu pompy wyporowej do celów badania emisji w oparciu o równania zawarte w załączniku VII sekcja 3 (podejście w oparciu o liczbę moli) lub w załączniku VII sekcja 2 (podejście w oparciu o masę);

l) wzorcowanie sprawdza się poprzez wykonanie weryfikacji CVS (tj. próby propanowej), jak opisano w pkt 8.1.8.5;

m) pompy wyporowej nie można używać poniżej najmniejszego ciśnienia wlotowego zbadanego podczas wzorcowania.

8.1.8.4.3. Wzorcowanie CFV

Zwężkę Venturiego o przepływie krytycznym (CFV) wzorcuje się w celu sprawdzenia jej współczynnika wypływu, C_{d}, dla najmniejszej przewidywanej różnicy ciśnień statycznych między wlotem a wylotem CFV. Przepływomierz CFV wzorcuje się w następujący sposób:

a) układ podłącza się jak na rysunku 6.5;

b) uruchamia się dmuchawę za zwężką CFV (w kierunku przepływu);

c) podczas pracy CFV utrzymuje się stałą temperaturę na wlocie CFV w granicach ± 2 % średniej temperatury bezwzględnej na wlocie, T_{in};

d) przecieki między przepływomierzem do wzorcowania a CFV muszą być mniejsze niż 0,3 % przepływu całkowitego w punkcie największego ograniczenia ciśnienia;

e) zmienne urządzenie dławiące ustawia się w położeniu całkowicie otwartym. Zamiast zmiennego urządzenia dławiącego ciśnienie za CFV (w kierunku przepływu) można zmieniać za pomocą zmiennych prędkości dmuchawy lub kontrolowanego wycieku. Należy zauważyć, że niektóre dmuchawy mają ograniczenia dotyczące warunków nieobciążonych;

▼B

f) CFV musi pracować przez co najmniej 3 minuty w celu ustabilizowania układu. Następnie przy ciągłej pracy CFV rejestruje się średnie wartości z danych pobieranych przez co najmniej 30 s dla następujących wielkości:

(i) średnie natężenie przepływu w przepływomierzu odniesienia, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

(ii) nieobowiązkowo średni punkt rosy powietrza wzorcującego, T_{dew}. Zob. załącznik VII, gdzie przedstawiono dopuszczalne założenia podczas pomiarów emisji;

(iii) średnia temperatura na wlocie zwężki Venturiego, T_{in};

(iv) średnie statyczne ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego, p_{in};

(v) średnia różnica ciśnień statycznych między wlotem a wylotem CFV, Δp_{CFV};

g) zawór dławiący zamyka się stopniowo w celu zmniejszenia ciśnienia bezwzględnego na wlocie CFV, p_{in};

h) czynności opisane w niniejszym punkcie lit. f) i g) powtarza się w celu zarejestrowania średnich danych dla co najmniej dziesięciu położeń zaworu dławiącego, tak aby zbadany został najpełniejszy praktyczny zakres wartości Δp_{CFV} spodziewanych podczas badań. Nie wymaga się demontażu elementów wzorcujących ani elementów CVS na potrzeby wzorcowania przy najmniejszych ograniczeniach ciśnienia;

i) wyznacza się C_{d} i największy dopuszczalny stosunek ciśnień r, jak opisano w załączniku VII;

j) wartość C_{d} wykorzystuje się do określenia przepływu przez CFV podczas badania emisji. Zwężki CFV nie można używać powyżej największej dopuszczalnej wartości r, jak określono w załączniku VII;

k) wzorcowanie sprawdza się poprzez wykonanie weryfikacji CVS (tj. próby propanowej), jak opisano w pkt 8.1.8.5;

l) jeżeli układ CVS jest skonfigurowany do działania jednocześnie z kilkoma zwężkami CFV, CVS wzorcuje się w jeden z następujących sposobów:

(i) każdą kombinację CFV wzorcuje się zgodnie z niniejszą sekcją i załącznikiem VII. Zob. załącznik VII, gdzie podano instrukcje dotyczące obliczania natężeń przepływu dla tej opcji;

(ii) każdą kombinację CFV wzorcuje się zgodnie z niniejszym punktem i załącznikiem VII. Zob. załącznik VII, gdzie podano instrukcje dotyczące obliczania natężeń przepływu dla tej opcji.

8.1.8.4.4. Wzorcowanie SSV

Zwężkę Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV) wzorcuje się w celu określenia jej współczynnika wzorcowania, C_{d}, pod względem przewidywanego zakresu ciśnienia wlotowego. Przepływomierz SSV wzorcuje się w następujący sposób:

a) układ podłącza się jak na rysunku 6.5;

▼B

b) uruchamia się dmuchawę za zwężką SSV (w kierunku przepływu);

c) przecieki między przepływomierzem do wzorcowania a SSV muszą być mniejsze niż 0,3 % przepływu całkowitego w punkcie największego ograniczenia ciśnienia;

d) podczas pracy SSV utrzymuje się stałą temperaturę na wlocie SSV w granicach ±2 % średniej temperatury bezwzględnej na wlocie, T_{in};

e) zmienny zawór dławiący lub dmuchawę o zmiennej prędkości ustawia się na natężenie przepływu większe niż największe natężenie przepływu przewidywane podczas badania. Wartości natężeń przepływu nie można ekstrapolować poza wartości wzorcowane, dlatego należy się upewnić, że liczba Reynoldsa *Re* dla gardzieli SSV przy największym natężeniu przepływu wzorcowania jest większa niż maksymalna liczba *Re* przewidywana podczas badania;

f) SSV musi pracować przez co najmniej 3 minuty w celu ustabilizowania układu. Następnie przy ciągłej pracy SSV rejestruje się średnie wartości z danych pobieranych przez co najmniej 30 s dla następujących wielkości:

(i) średnie natężenie przepływu w przepływomierzu odniesienia, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

(ii) nieobowiązkowo średni punkt rosy powietrza wzorcującego, T_{dew}. Zob. załącznik VII, gdzie przedstawiono dopuszczalne założenia;

(iii) średnia temperatura na wlocie zwężki Venturiego, T_{in};

(iv) średnie statyczne ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego, p_{in};

(v) różnica ciśnień między ciśnieniem statycznym na wlocie zwężki Venturiego a ciśnieniem statycznym na jej wylocie, Δp_{SSV};

g) zawór dławiący zamyka się stopniowo lub zmniejsza się prędkość dmuchawy w celu zmniejszenia natężenia przepływu;

h) czynności opisane w niniejszym punkcie lit. f) i g) powtarza się w celu zarejestrowania danych dla co najmniej dziesięciu wartości natężenia przepływu;

i) wyznacza się funkcjonalną postać C_d w zależności od *Re* przy użyciu zgromadzonych danych i równań podanych w załączniku VII;

j) wzorcowanie sprawdza się poprzez wykonanie weryfikacji CVS (tj. próby propanowej), jak opisano w pkt 8.1.8.5, przy użyciu nowego równania na C_d w zależności od *Re*;

k) zwężkę SSV używa się tylko dla zakresu od najmniejszego do największego natężenia przepływu wzorcowania;

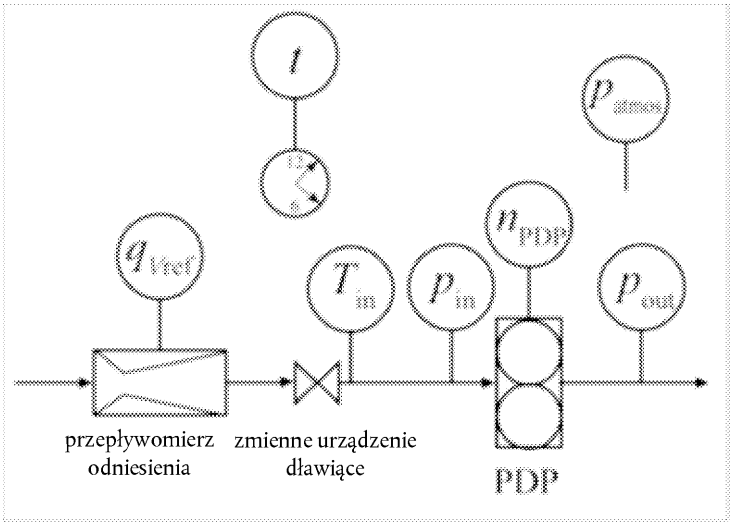
l) wyznacza się przepływ przez SSV podczas badania w oparciu o równania zawarte w załączniku VII sekcja 3 (podejście w oparciu o liczbę moli) lub w załączniku VII sekcja 2 (podejście w oparciu o masę).

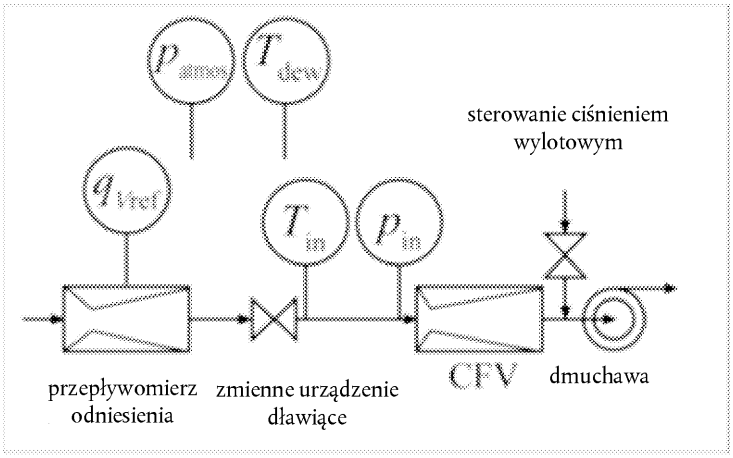
▼B

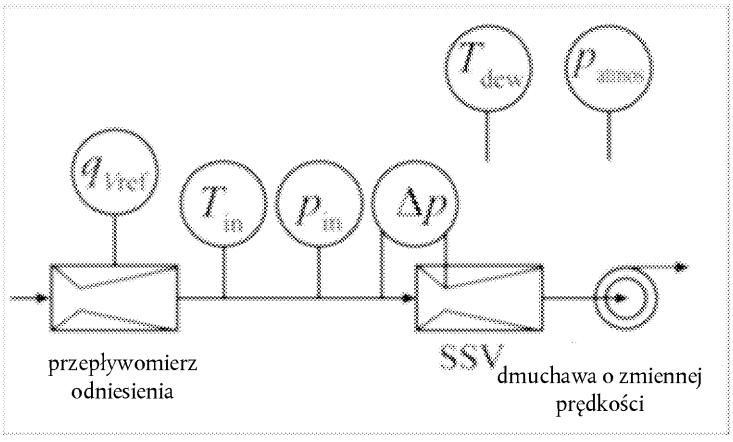
8.1.8.4.5. Wzorcowanie poddźwiękowe (zastrzeżone)

Rysunek 6.5

Schematyczne diagramy przedstawiające wzorcowanie przepływomierzy rozcieńczonych gazów spalinowych z CVS







▼B

8.1.8.5. Weryfikacja CVS i urządzenia do pobierania próbek okresowych (próba propanowa)

8.1.8.5.1. Wprowadzenie

a) Próba propanowa służy do weryfikacji CVS w celu sprawdzenia, czy występują rozbieżności w zmierzonych wartościach dotyczących przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych. Próba propanowa służy również do weryfikacji urządzenia do pobierania próbek okresowych w celu sprawdzenia, czy występują rozbieżności w układzie pobierania próbek okresowych, który pobiera próbkę z CVS, jak opisano w niniejszym punkcie lit. f). Stosując właściwą ocenę techniczną oraz bezpieczne praktyki, próbę tę można wykonać z użyciem gazu innego niż propan, np. CO_2 lub CO. Niepowodzenie próby propanowej może oznaczać, że występuje co najmniej jeden z następujących problemów, które mogą wymagać działań naprawczych:

   (i) nieprawidłowe wzorcowania analizatora. Analizator FID należy ponownie wywzorcować, naprawić lub wymienić;

   (ii) należy sprawdzić tunel CVS, połączenia, mocowania i układ pobierania próbek HC pod kątem nieszczelności, zgodnie z pkt 8.1.8.7;

   (iii) należy wykonać weryfikację pod kątem niewłaściwego wymieszania, zgodnie z pkt 9.2.2;

▼M2

   (iv) należy wykonać weryfikację zanieczyszczenia układu pobierania próbek węglowodorami, jak opisano w pkt 7.3.1.3;

▼B

   (v) zmieniło się wzorcowanie CVS. Należy wykonać na miejscu wzorcowanie przepływomierza CVS, jak opisano w pkt 8.1.8.4;

   (vi) inne problemy z CVS lub sprzętem bądź oprogramowaniem do weryfikacji pobierania próbek. Układ CVS i sprzęt oraz oprogramowanie do weryfikacji CVS należy sprawdzić pod kątem rozbieżności.

b) W próbie propanowej wykorzystuje się masę odniesienia lub natężenie przepływu odniesienia C_3H_8 jako gazu znakującego w CVS. Jeżeli wykorzystuje się natężenie przepływu odniesienia, należy uwzględnić wszelkie zachowanie niedoskonałe gazu C_3H_8 w przepływomierzu odniesienia. Zob. sekcja 2 załącznika VII (podejście w oparciu o masę) lub sekcja 3 załącznika VII (podejście w oparciu o liczbę moli), w których opisano sposób wzorcowania i wykorzystania określonych przepływomierzy. W pkt 8.1.8.5 i załączniku VII nie można zastosować założenia gazu doskonałego. W próbie propanowej porównuje się masę wstrzykniętego C_3H_8 obliczoną na podstawie pomiarów HC i pomiarów natężenia przepływu CVS z wartością odniesienia.

8.1.8.5.2. Sposób wprowadzania znanej ilości propanu do układu CVS

Ogólną dokładność układu pobierania próbek CVS i układu analitycznego ustala się wprowadzając znaną masę zanieczyszczeń gazowych do układu pracującego w normalnym trybie. Analizuje się substancję zanieczyszczającą i oblicza masę zgodnie z załącznikiem VII. Należy wykorzystać jedną z dwóch poniższych technik:

a) odmierzanie metodą grawimetryczną wykonuje się następująco: Masę małej butli wypełnionej tlenkiem węgla lub propanem ustala się z dokładnością do ± 0,01 g. Układ CVS uruchamia się na około 5–10 minut tak jak podczas badania normalnej emisji spalin, jednocześnie wprowadzając do układu tlenek węgla lub propan. Ilość uwolnionego czystego gazu ustala się przez pomiar różnicy masy. Próbkę gazu analizuje się za pomocą standardowych urządzeń (worek do pobierania próbek lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu;

▼B

b) odmierzanie za pomocą kryzy przepływu krytycznego wykonuje się następująco: Do układu CVS wprowadza się znaną ilość czystego gazu (tlenku węgla lub propanu) przez skalibrowaną kryzę przepływu krytycznego. Jeżeli ciśnienie wlotowe jest wystarczająco wysokie, natężenie przepływu, które reguluje się za pomocą kryzy przepływu krytycznego, nie jest uzależnione od ciśnienia wylotowego kryzy (przepływu krytycznego). Układ CVS uruchamia się tak jak w przypadku badania normalnego poziomu emisji spalin na około 5–10 minut. Próbkę gazu analizuje się za pomocą standardowych urządzeń (worek do pobierania próbek lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu.

8.1.8.5.3. Przygotowanie próby propanowej

Próbę propanową przygotowuje się w następujący sposób:

a) jeżeli zamiast wartości odniesienia natężenia przepływu stosuje się masę odniesienia C_3H_8, należy użyć butli napełnionej C_3H_8. Masa C_3H_8 w butli odniesienia nie może różnić się od masy C_3H_8, jaka ma być użyta w badaniu, o więcej niż ±0,5 %;

b) dobiera się odpowiednie natężenia przepływu dla CVS i C_3H_8;

c) w CVS wybiera się odpowiedni port do wtrysku C_3H_8. Umiejscowienie portu musi znajdować się możliwie blisko miejsca, w którym spaliny z układu wydechowego silnika są wprowadzane do CVS. Butlę z C_3H_8 podłącza się do układu wtryskującego;

d) CVS musi pracować do ustabilizowania;

e) wszelkie wymienniki ciepła w układzie pobierania próbek wstępnie rozgrzewa się lub schładza;

f) należy umożliwić ustabilizowanie się elementów podgrzewanych i chłodzonych do ich temperatury roboczej, takich jak linie pobierania próbek, filtry, urządzenia schładzające i pompy;

g) w stosownych przypadkach wykonuje się weryfikację nieszczelności po stronie podciśnienia w układzie pobierania próbek HC, jak opisano w pkt 8.1.8.7.

8.1.8.5.4. Przygotowanie układu pobierania próbek HC do próby propanowej

►**M2** Sprawdzenie nieszczelności po stronie podciśnieniowej w układzie pobierania próbek HC można wykonać zgodnie z lit. g). Przy zastosowaniu tej procedury można zastosować procedurę zanieczyszczenia węglowodorami określoną w pkt 7.3.1.3. ◄ Jeżeli nie wykonuje się sprawdzenia nieszczelności po stronie podciśnieniowej w układzie pobierania próbek HC zgodnie z lit. g), układ pobierania próbek HC należy wyzerować, ustawić jego zakres pomiarowy i sprawdzić pod względem zanieczyszczeń w następujący sposób:

a) należy wybrać najniższy zakres analizatora HC, który może zmierzyć stężenie C_3H_8 przewidywane w odniesieniu do wartości natężenia przepływu dla CVS i C_3H_8;

b) analizator HC zeruje się przy użyciu powietrza obojętnego wprowadzanego do otworu wlotowego analizatora;

c) zakres pomiarowy analizatora HC ustawia się przy użyciu gazu wzorcowego C_3H_8 do ustawiania zakresu pomiarowego wprowadzanego do otworu wlotowego analizatora;

d) powietrze obojętne musi przelać się przez sondę HC lub do łącznika między sondą HC a linią przesyłową;

e) stabilne stężenie HC w układzie pobierania próbek HC mierzy się przy przelewaniu się powietrza obojętnego. W przypadku okresowego pobierania próbek HC napełnia się zbiornik na próbki (np. worek) i mierzy stężenie przelewowe HC;

▼B

f) jeżeli stężenie przelewowe HC przekracza 2 μmol/mol, procedury nie można kontynuować, dopóki zanieczyszczenie nie zostanie usunięte. Należy określić źródło zanieczyszczenia i podjąć działania naprawcze, takie jak czyszczenie układu lub wymiana zanieczyszczonych części;

g) jeżeli stężenie przelewowe HC nie przekracza 2 μmol/mol, wartość tę zapisuje się jako x_{HCinit} i wykorzystuje do poprawki o zanieczyszczenie węglowodorami, jak opisano w załączniku VII sekcja 2 (podejście w oparciu o masę) lub w załączniku VII sekcja 3 (podejście w oparciu o liczbę moli).

8.1.8.5.5. Wykonanie próby propanowej

a) Próbę propanową wykonuje się w następujący sposób:

(i) przy okresowym pobieraniu próbek HC podłącza się czyste zasobniki, na przykład opróżnione worki;

(ii) przyrządy pomiarowe HC uruchamia się zgodnie z instrukcjami producenta przyrządu;

(iii) jeżeli przewiduje się poprawkę o stężenia tła HC w powietrzu rozcieńczającym, mierzy się i zapisuje stężenie węglowodorów tła w powietrzu rozcieńczającym;

(iv) zeruje się wszelkie urządzenia całkujące;

(v) rozpoczyna się pobieranie próbek i uruchamia wszelkie integratory przepływu;

(vi) uwalnia się C_3H_8 przy określonym natężeniu przepływu. Jeżeli wykorzystuje się natężenie przepływu odniesienia C_3H_8, uruchamia się całkowanie tego natężenia przepływu;

(vii) kontynuuje się uwalnianie C_3H_8 do chwili, kiedy uwolniona zostanie co najmniej wystarczająca ilość C_3H_8, aby zapewnić dokładne określenie ilościowe gazu odniesienia C_3H_8 i gazu mierzonego C_3H_8;

(viii) odcina się butlę z C_3H_8 i kontynuuje pobieranie próbek w celu uwzględnienia opóźnień w czasie wynikających z przesyłu próbki i czasu odpowiedzi analizatora;

(ix) przerywa się pobieranie próbek i zatrzymuje urządzenia całkujące.

b) W przypadku pomiaru za pomocą kryzy przepływu krytycznego do próby propanowej można zastosować następującą procedurę jako metodę alternatywną wobec tej z pkt 8.1.8.5.5 lit. a):

(i) przy okresowym pobieraniu próbek HC podłącza się czyste zasobniki, na przykład opróżnione worki;

(ii) przyrządy pomiarowe HC uruchamia się zgodnie z instrukcjami producenta przyrządu;

(iii) jeżeli przewiduje się poprawkę o stężenia tła HC w powietrzu rozcieńczającym, mierzy się i zapisuje stężenie węglowodorów tła w powietrzu rozcieńczającym;

(iv) zeruje się wszelkie urządzenia całkujące;

(v) uwalnia się zawartość butli odniesienia z gazem C_3H_8 przy określonym natężeniu przepływu;

▼B

(vi) po potwierdzeniu ustalenia się stężenia HC rozpoczyna się pobieranie próbek i uruchamia wszelkie integratory przepływu;

(vii) kontynuuje się uwalnianie zawartości butli do chwili, kiedy uwolniona zostanie co najmniej wystarczająca ilość C_3H_8, aby zapewnić dokładne określenie ilościowe gazu odniesienia C_3H_8 i gazu mierzonego C_3H_8;

(viii) zatrzymuje się wszelkie urządzenia całkujące;

(ix) odcina się butlę odniesienia z gazem C_3H_8.

8.1.8.5.6. Ocena próby propanowej

Po wykonaniu procedury badania wykonuje się następujące czynności:

a) próbki pobrane okresowo należy przeanalizować jak najszybciej;

b) po oznaczeniu HC wynik koryguje się o wartość zanieczyszczenia i stężenia tła;

c) oblicza się całkowitą masę C_3H_8 w oparciu o dane dotyczące CVS i HC, jak opisano w załączniku VII, przy użyciu masy molowej C_3H_8, M_{C3H8}, zamiast efektywnej masy molowej węglowodorów HC, M_{HC};

d) jeżeli wykorzystuje się masę odniesienia (metoda grawimetryczna), masę propanu w butli wyznacza się z dokładnością do ± 0,5 %, a masę odniesienia C_3H_8 wyznacza się, odejmując masę propanu w pustej butli od masy propanu w pełnej butli. Jeżeli wykorzystuje się kryzę przepływu krytycznego (odmierzanie za pomocą kryzy przepływu krytycznego), masę propanu wyznacza się przez pomnożenie natężenia przepływu przez czas badania;

e) masę odniesienia C_3H_8 należy odjąć od obliczonej masy. Jeżeli różnica ta mieści się w granicach ± 3,0 % masy odniesienia, CVS przechodzi weryfikację pomyślnie.

8.1.8.5.7. Weryfikacja układu wtórnego rozcieńczania cząstek stałych

Jeżeli próbę propanową powtarza się w celu sprawdzenia układu wtórnego rozcieńczania cząstek stałych, do tej weryfikacji stosuje się następującą procedurę z lit. a)–d):

a) układ pobierania próbek HC konfiguruje się w taki sposób, aby pobierał próbkę w pobliżu umiejscowienia zasobnika do pobierania próbek okresowych (np. w pobliżu filtra cząstek stałych). Jeżeli ciśnienie bezwzględne w tym miejscu jest zbyt małe do pobrania próbki HC, próbkę tę można pobrać z wylotu pompy urządzenia do pobierania próbek okresowych. Przy pobieraniu próbek z wylotu pompy należy zachować ostrożność, ponieważ normalnie dopuszczalna nieszczelność pompy za przepływomierzem urządzenia do próbkowania okresowego (w kierunku przepływu) spowoduje fałszywe niepowodzenie próby propanowej;

b) próbę propanową powtarza się w sposób opisany w niniejszym punkcie, ale HC pobiera się z urządzenia do okresowego pobierania próbek;

c) oblicza się masę C_3H_8, uwzględniając wszelkie rozcieńczenie wtórne od urządzenia do okresowego pobierania próbek;

d) masę odniesienia C_3H_8 należy odjąć od obliczonej masy. Jeżeli różnica ta mieści się w granicach ±5 % masy odniesienia, urządzenie do okresowego pobierania próbek przechodzi weryfikację pomyślnie. Jeżeli nie, należy podjąć działania naprawcze.

▼M2

_____

▼B

8.1.8.6. Okresowe wzorcowanie układu poboru próbek cząstek stałych z przepływu częściowego i powiązanych układów pomiaru spalin nierozcieńczonych

8.1.8.6.1. Specyfikacje dla pomiaru różnicowego przepływu

Aby w układach rozcieńczania przepływu częściowego pobierana była proporcjonalna próbka spalin nierozcieńczonych, dokładność pomiaru przepływu próbki q_{mp} ma szczególne znaczenie, jeżeli przepływ nie jest mierzony bezpośrednio, ale oznaczany poprzez pomiar różnicy przepływu, jak określono w równaniu (6-20):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (6\text{-}20)$$

Gdzie:

q_{mp} to masowe natężenie przepływu próbek spalin do układu rozcieńczania przepływu częściowego

q_{mdw} to masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego (w stanie mokrym)

q_{mdew} to masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym

W tym przypadku największy błąd różnicy powinien być taki, by dokładność q_{mp} pozostawała w granicach ± 5 % przy stosunku rozcieńczenia mniejszym niż 15. Można go wyliczyć poprzez wyciągnięcie średniego pierwiastka kwadratowego z błędów każdego przyrządu pomiarowego.

Akceptowane dokładności q_{mp} można otrzymać przy pomocy jednej z poniższych metod:

a) dokładności bezwzględne q_{mdew} oraz q_{mdw} wynoszą ± 0,2 %, co gwarantuje dokładność $q_{mp} \leq 5$ % przy stosunku rozcieńczenia 15. Jednakże przy większych stosunkach rozcieńczenia pojawią się większe błędy;

b) kalibracja q_{mdw} względem q_{mdew} przeprowadzana jest w taki sposób, aby uzyskać te same dokładności dla q_{mp} jak w lit. a). szczegółowe informacje – zob. pkt 8.1.8.6.2;

c) dokładność q_{mp} oznaczana jest pośrednio z dokładności stosunku rozcieńczenia, określonego gazem znakującym, np. CO_2. Dla q_{mp} wymagane są dokładności równoważne metodzie a);

d) dokładność bezwzględna q_{mdew} oraz q_{mdw} mieści się w przedziale ± 2 % pełnego zakresu, maksymalny błąd różnicy między q_{mdew} oraz q_{mdw} mieści się w zakresie 0,2 %, a błąd liniowy mieści się w zakresie ± 0,2 % najwyższej wartości q_{mdew} stwierdzonej podczas badania.

8.1.8.6.2. Wzorcowanie układu pomiaru przepływu różnicowego

Układ rozcieńczania przepływu częściowego, w którym pobierane są proporcjonalne próbki spalin nierozcieńczonych, musi być okresowo wzorcowany przy użyciu dokładnego przepływomierza zgodnego z normami międzynarodowymi lub krajowymi. Przepływomierz lub przyrządy pomiarowe przepływu muszą być skalibrowane z wykorzystaniem jednej z poniższych procedur, tak aby przepływ przez sondę q_{mp} do tunelu spełniał wymagania dotyczące dokładności zawarte w pkt 8.1.8.6.1:

a) przepływomierz dla q_{mdw} musi być podłączony szeregowo do miernika przepływu dla q_{mdew}; różnicę między dwoma miernikami przepływu należy skalibrować dla przynajmniej 5 ustalonych punktów z wartościami przepływu rozłożonymi równomiernie między najniższą wartością q_{mdw} wykorzystaną podczas badania oraz wartością q_{mdew} wykorzystaną podczas badania. Tunel rozcieńczający może zostać ominięty;

▼B

b) skalibrowane urządzenie przepływowe podłącza się szeregowo do przepływomierza mierzącego q_{mdew}, a dokładność sprawdza się w odniesieniu do wartości użytej w badaniu. Następnie skalibrowane urządzenie do pomiaru przepływu należy podłączyć szeregowo do przepływomierza dla q_{mdw}, a dokładność sprawdzić dla przynajmniej 5 ustawień odpowiadających stosunkom rozcieńczenia z zakresu 3–15, względem wartości q_{mdew} wykorzystanej podczas badania;

c) linia przesyłowa TL (zob. rys. 6.7.) należy odłączyć od układu wydechowego i podłączyć do skalibrowanego urządzenia pomiaru przepływu o wystarczającym zakresie do pomiaru q_{mp}. Następnie q_{mdew} należy ustawić na wartość wykorzystywaną podczas badania, a q_{mdw} ustawić sekwencyjnie na przynajmniej 5 wartości odpowiadających stosunkom rozcieńczenia z zakresu 3–15. Alternatywnie można zapewnić specjalną ścieżkę wzorcowania, w której tunel jest ominięty, ale przepływ całkowity oraz przepływ powietrza rozcieńczającego przechodzi przez odpowiednie mierniki tak jak w rzeczywistym badaniu;

d) do przewodu przesyłowego układu wydechowego TL wprowadza się gaz znakujący. Taki gaz znakujący może być składnikiem gazów spalinowych, jak CO_2 lub NO_x. Po rozcieńczeniu w tunelu gaz znakujący należy zmierzyć. Pomiar ten przeprowadza się dla 5 stosunków rozcieńczenia z zakresu od 3 do 15. Dokładność przepływu próbki należy ustalić ze stosunku rozcieńczenia r_d za pomocą równania (6-21):

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d \quad (6\text{-}21)$$

Aby zagwarantować dokładność q_{mp}, należy uwzględnić dokładności analizatorów gazowych.

8.1.8.6.3. Wymagania specjalne dotyczące pomiaru przepływu różnicowego

Zdecydowanie zaleca się sprawdzenie przepływu węgla z wykorzystaniem rzeczywistych spalin do wykrywania problemów z pomiarami i kontrolą oraz weryfikowania poprawności funkcjonowania układu rozcieńczania przepływu częściowego. Sprawdzenie przepływu węgla należy wykonywać przynajmniej po każdej instalacji nowego silnika, lub po wprowadzeniu istotnych zmian w konfiguracji komórki badawczej.

Silnik należy eksploatować przy szczytowym obciążeniu momentu obrotowego oraz prędkości, lub w innym stanie ustalonym, podczas którego wytwarzane jest 5 % lub więcej CO_2. Układ pobierania próbek przepływu częściowego należy eksploatować przy współczynniku rozcieńczenia wynoszącym ok. 15 do 1.

Jeżeli prowadzi się sprawdzanie przepływu węgla, należy zastosować procedurę podaną w załączniku VII dodatek 2. Natężenia przepływu węgla oblicza się zgodnie z równaniami przedstawionymi w załączniku VII dodatek 2. Wszystkie natężenia przepływu węgla muszą być zgodne w granicach 5 %.

8.1.8.6.3.1. Kontrola przed badaniem

Kontrolę przed badaniem należy przeprowadzić w ciągu 2 godzin przed przebiegiem testowym, w poniższy sposób:

Dokładność przepływomierzy należy skontrolować przy pomocy takiej samej metody jak w przypadku wzorcowania (zob. pkt 8.1.8.6.2) dla przynajmniej dwóch punktów, łącznie z wartościami przepływu q_{mdw} odpowiadającymi stosunkom rozcieńczenia z zakresu od 5 do 15 dla wartości q_{mdew} wykorzystanej podczas badania.

Jeśli można wykazać na podstawie rejestrów z procedury wzorcowania zawartych w pkt 8.1.8.6.2, że kalibracja przepływomierza jest stabilna przez dłuższy okres czasu, kontrolę przed badaniem można pominąć.

▼B

8.1.8.6.3.2. Ustalenie czasu przekształcenia

Ustawienia układu przy ocenie czasu przekształcenia muszą być takie same jak podczas pomiarów w czasie badania. Czas przekształcenia zdefiniowany w pkt 2.4 dodatku 5 do niniejszego załącznika oraz na rysunku 6–11 określa się przy pomocy następującej metody:

Niezależny przepływomierz odniesienia o zakresie pomiarowym właściwym dla przepływu przez sondę ustawia się szeregowo z sondą i ściśle z nią łączy. Przepływomierz ten musi mieć czas przekształcenia krótszy niż 100 ms dla wielkości przepływu, zmiennych w sposób skokowy, stosowanych przy pomiarze czasu odpowiedzi, przy czym ograniczenie ciśnienia przepływu musi być dostatecznie małe, by nie wpływać na parametry dynamiczne układu rozcieńczenia przepływu częściowego i zostać dobrane zgodnie z właściwą oceną techniczną. Zmianę skokową należy wprowadzić do wkładu przepływu spalin (lub przepływu powietrza jeżeli liczony jest przepływ spalin) układu rozcieńczania przepływu częściowego, od przepływu niskiego do przynajmniej 90 % pełnej skali. Wyzwalacz zmiany skokowej powinien być taki sam, jak wyzwalacz użyty do uruchomienia sterowania antycypacyjnego podczas rzeczywistego badania. Należy zarejestrować stymulator skokowego przepływu spalin oraz reakcję przepływomierza, przy częstotliwości próbkowania przynajmniej 10 Hz.

Bazując na tych danych, należy wyznaczyć czas przekształcenia dla układu rozcieńczania przepływu częściowego, czyli odcinek czasu od zainicjowania stymulacji skokowej do osiągnięcia 50 % punktu reakcji przepływomierza. W podobny sposób wyznacza się czasy przekształcenia dla sygnału q_{mp} (tj. przepływu próbki gazów spalinowych do układu rozcieńczania przepływu częściowego) oraz sygnału $q_{mew,i}$ (tj. masowego natężenia przepływu spalin w stanie mokrym pochodzącego z przepływomierza spalin). Sygnały te są wykorzystywane w kontroli regresji, wykonywanej po każdym badaniu (zob. pkt 8.2.1.2.).

Obliczenia należy powtórzyć dla przynajmniej 5 stymulacji wzrostu i spadku, a wyniki uśrednić. Od tak uzyskanej wartości odejmuje się wewnętrzny czas przekształcenia (< 100 ms) przepływomierza referencyjnego. Jeżeli wymagane jest sterowanie antycypacyjne, należy zastosować wartość antycypowaną układu rozcieńczania przepływu częściowego zgodnie z pkt 8.2.1.2).

8.1.8.7. Sprawdzanie szczelności części podciśnieniowej

8.1.8.7.1. Zakres i częstotliwość

Przy pierwszej instalacji układu pobierania próbek, po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, takich jak zmiana filtrów wstępnych, oraz w ciągu 8 godzin przed każdą sekwencją cyklu pracy należy sprawdzić, czy nie ma istotnych nieszczelności w części podciśnieniowej układu, poprzez przeprowadzenie jednej z prób szczelności opisanych w niniejszej sekcji. Niniejsza weryfikacja nie ma zastosowania do tych części układu rozcieńczania CVS, w których występuje przepływ całkowity.

8.1.8.7.2. Zasady pomiaru

Nieszczelność można wykryć, jeżeli zmierzy się niewielką wartość przepływu, która powinna wynosić zero, wykrywając rozcieńczenie znanego stężenia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego podczas przepływu tego gazu przez część podciśnieniową układu pobierania próbek lub jeżeli zmierzy się wzrost ciśnienia w opróżnionym układzie.

8.1.8.7.3. Próba szczelności w oparciu o mały przepływ

Układ pobierania próbek sprawdza się pod kątem nieszczelności przy małym przepływie w następujący sposób:

▼B

a) po stronie sondy próbkującej układ uszczelnia się w jeden z następujących sposobów:

(i) końcówkę sondy do pobierania próbek zamyka się osłoną lub zatyczką;

(ii) linię przesyłową odłącza się od sondy i zamyka osłoną lub korkiem;

(iii) zamyka się szczelny zawór umieszczony między sondą a linią przesyłową;

b) włącza się wszystkie pompy podciśnieniowe. Po ustabilizowaniu się układu sprawdza się, czy przepływ przez część podciśnieniową układu pobierania próbek wynosi mniej niż 0,5 % normalnego roboczego natężenia przepływu w układzie. Typowe przepływy przez analizator i linię bocznikową można oszacować jako przybliżenie normalnego roboczego natężenia przepływu w układzie.

8.1.8.7.4. Próba szczelności w oparciu o rozcieńczenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego

Do tej próby można użyć dowolnego analizatora gazowego. Jeżeli używa się analizatora FID, należy uwzględnić poprawkę na zanieczyszczenie węglowodorami w układzie pobierania próbek zgodnie z postanowieniami załącznika VII sekcje 2 i 3 dotyczącymi oznaczania HC. Mylne wyniki eliminuje się poprzez używanie tylko takich analizatorów, które charakteryzują się powtarzalnością wynoszącą 0,5 % lub lepszą w odniesieniu do stężenia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego stosowanego w tym badaniu. Próbę szczelności części podciśnieniowej wykonuje się w następujący sposób:

a) analizator gazowy przygotowuje się tak samo jak do badania emisji;

b) gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego doprowadza się do otworu wlotowego analizatora i sprawdza, czy pomiar stężenia tego gazu mieści się w przewidywanych granicach dokładności i powtarzalności pomiaru;

c) przelew gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego kieruje się do jednego z następujących miejsc w układzie pobierania próbek:

(i) do końcówki sondy do pobierania próbek;

(ii) linię przesyłową odłącza się od sondy i gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego przelewa się przez otwarty koniec linii przesyłowej;

(iii) do zaworu trójdrogowego umieszczonego między sondą a linią przesyłową;

d) sprawdza się, czy zmierzone stężenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego na przelewie nie różni się od stężenia wyjściowego tego gazu o więcej niż ±0,5 %. Jeżeli wartość zmierzona jest mniejsza od oczekiwanej, wskazuje to na nieszczelność, ale jeżeli wartość ta jest większa od oczekiwanej, może to wskazywać na problem z gazem wzorcowym do ustawiania zakresu pomiarowego lub z samym analizatorem. Jeżeli wartość zmierzona jest większa od oczekiwanej, nie świadczy to o nieszczelności.

8.1.8.7.5. Próba szczelności w oparciu o stratę podciśnienia

W celu wykonania tej próby wywołuje się podciśnienie w podciśnieniowej objętości układu pobierania próbek i sprawdza natężenie przecieku w układzie jako stratę podciśnienia. W celu wykonania tej próby objętość części podciśnieniowej układu pobierania próbek musi być znana z dokładnością do ± 10 % jej objętości rzeczywistej. Ponadto do tej próby używa się przyrządów pomiarowych spełniających specyfikacje pkt 8.1 i 9.4.

▼B

Próbę szczelności w oparciu o stratę podciśnienia wykonuje się w następujący sposób:

a) po stronie sondy próbkującej układ uszczelnia się jak najbliżej otworu sondy w jeden z następujących sposobów:

(i) końcówkę sondy do pobierania próbek zamyka się osłoną lub zatyczką;

(ii) linię przesyłową odłącza się od sondy i zamyka osłoną lub zatyczką;

(iii) zamyka się szczelny zawór umieszczony między sondą a linią przesyłową;

b) włącza się wszystkie pompy podciśnieniowe. Wytwarza się podciśnienie reprezentatywne dla normalnych warunków roboczych. W przypadku worków do próbkowania zaleca się dwukrotne przeprowadzenie normalnej procedury wypompowania worków, aby zminimalizować wszelkie zatrzymane ilości;

c) wyłącza się pompy do pobierania próbek i uszczelnia układ. Następnie mierzy się i zapisuje ciśnienie bezwzględne zatrzymanego gazu i, opcjonalnie, temperaturę bezwzględną układu. Układ pozostawia się na wystarczająco długi czas, aby ustaliły się wszelkie stany przejściowe, oraz na wystarczająco długo, aby przeciek o wielkości 0,5 % mógł wywołać zmianę ciśnienia co najmniej 10 razy większą niż rozdzielczość przetwornika ciśnienia. Ponownie zapisuje się wartość ciśnienia i, opcjonalnie, temperaturę;

d) oblicza się natężenie przepływu przez nieszczelności przy założeniu zerowej objętości wypompowanych worków, w oparciu o znane wartości objętości układu pobierania próbek, ciśnienia początkowego i końcowego, opcjonalnych temperatur oraz czasu, jaki upłynął. Następnie sprawdza się, czy natężenie przecieku w oparciu o stratę podciśnienia wynosi mniej niż 0,5 % normalnego roboczego natężenia przepływu w układzie, za pomocą równania (6-22):

$$q_{V\text{leak}} = \frac{V_{\text{vac}}}{R} \frac{\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right)}{(t_2 - t_1)} \qquad (6\text{-}22)$$

Gdzie:

$q_{V\text{leak}}$ to natężenie przecieku w oparciu o stratę podciśnienia, mol/s

V_{vac} to objętość geometryczna części podciśnieniowej układu pobierania próbek, m_3

R to stała molowa gazu, J/(mol·K)

p_2 to ciśnienie bezwzględne w części podciśnieniowej w czasie t_2, Pa

T_2 to temperatura bezwzględna w części podciśnieniowej w czasie t_2, K

p_1 to ciśnienie bezwzględne w części podciśnieniowej w czasie t_1, Pa

T_1 to temperatura bezwzględna w części podciśnieniowej w czasie t_1, K

t_2 to czas zakończenia próby szczelności w oparciu o stratę podciśnienia, s

t_1 to czas rozpoczęcia próby szczelności w oparciu o stratę podciśnienia, s

▼B

8.1.9. Pomiary CO i CO_2

8.1.9.1. Sprawdzanie zakłócania przez H_2O analizatorów NDIR CO_2

8.1.9.1.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli CO_2 mierzy się za pomocą analizatora NDIR, wielkość zakłócenia przez H_2O i węglowodory sprawdza się przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

▼M2

8.1.9.1.2. Zasady pomiaru

H_2O może zakłócać odpowiedź analizatora NDIR na CO_2. Jeżeli w celu spełnienia kryteriów niniejszej weryfikacji w analizatorze NDIR stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące pomiary innych gazów, takie pomiary przeprowadzane są jednocześnie, aby sprawdzić algorytmy kompensacji podczas weryfikacji zakłóceń analizatora.

▼B

8.1.9.1.3. Wymagania dla układu

Wielkość zakłócenia analizatora NDIR CO_2 przez H_2O musi mieścić się w granicach (0,0 ±0,4) mmol/mol (w odniesieniu do przewidywanego średniego stężenia CO_2).

8.1.9.1.4. Procedura

Zakłócenia sprawdza się w następujący sposób:

a) analizator NDIR CO_2 uruchamia się, zeruje i ustawia jego zakres pomiarowy tak jak przed badaniem emisji;

▼M2

b) wytwarza się zwilżony gaz badawczy poprzez przepuszczenie powietrza obojętnego spełniającego warunki określone w pkt 9.5.1 przez wodę destylowaną w szczelnym naczyniu. Jeżeli próbka nie przechodzi przez osuszacz, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby w gazie testowym wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana podczas badania. Jeżeli próbka podczas badania przechodzi przez osuszacz, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby w gazie testowym wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana na wyjściu osuszacza, zgodnie z pkt 9.3.2.3.1.1;

▼B

c) za naczyniem (w kierunku przepływu) zwilżony gaz badawczy musi być utrzymywany w temperaturze większej o co najmniej 5 K od swojego punktu rosy;

d) zwilżony gaz badawczy wprowadza się do układu pobierania próbek. Zwilżony gaz badawczy można wprowadzić za dowolnym osuszaczem próbki (w kierunku przepływu), jeżeli takie urządzenie jest używane w czasie badania;

e) mierzy się ułamek molowy wody, x_{H2O}, dla zwilżonego gazu badawczego, jak najbliżej wlotu do analizatora. Na przykład w celu obliczenia x_{H2O} mierzy się punkt rosy T_{dew} i ciśnienie bezwzględne p_{total};

f) stosuje się właściwą ocenę techniczną, aby zapobiec skraplaniu w liniach przesyłowych, łącznikach lub zaworach od punktu, w którym mierzy się x_{H2O}, aż do analizatora;

g) Uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora. Czas stabilizacji obejmuje czas potrzebny na oczyszczenie linii przesyłowej i uwzględnienie odpowiedzi analizatora;

▼B

h) podczas gdy analizator mierzy stężenie próbki, rejestruje się dane z próbkowania zgromadzone przez 30 s. Należy obliczyć średnią arytmetyczną tych danych. Analizator spełnia kryteria pozytywnej weryfikacji zakłóceń, jeżeli otrzymana wartość mieści się w granicach (0,0 ±0,4) mmol/mol.

8.1.9.2. Sprawdzanie zakłócania przez H_2O i CO_2 analizatorów NDIR CO

8.1.9.2.1. Zakres i częstotliwość

Wielkość zakłócenia przez H_2O i węglowodory sprawdza się przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, jeżeli CO_2 mierzy się za pomocą analizatora NDIR.

8.1.9.2.2. Zasady pomiaru

H_2O i CO_2 mogą powodować zakłócenie dodatnie w analizatorze NDIR poprzez wywołanie odpowiedzi podobnej do CO. Jeżeli w celu spełnienia kryteriów niniejszej weryfikacji w analizatorze NDIR stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące pomiary innych gazów, takie pomiary przeprowadzane są jednocześnie, aby sprawdzić algorytmy kompensacji podczas weryfikacji zakłóceń analizatora.

8.1.9.2.3. Wymagania dla układu

Wielkość łącznego zakłócenia analizatora NDIR CO przez H_2O i CO_2 musi mieścić się w granicach ±2 % przewidywanego średniego stężenia CO.

8.1.9.2.4. Procedura

Zakłócenia sprawdza się w następujący sposób:

a) analizator NDIR CO uruchamia się, zeruje i ustawia jego zakres pomiarowy tak jak przed badaniem emisji;

▼M2

b) wytwarza się zwilżony gaz badawczy CO_2 poprzez przepuszczenie gazu wzorcowego CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego przez wodę destylowaną w szczelnym naczyniu. Jeżeli próbka nie przechodzi przez osuszacz, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby w gazie testowym wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana podczas badania. Jeżeli próbka podczas badania przechodzi przez osuszacz, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby w gazie testowym wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana na wyjściu osuszacza, zgodnie z pkt 9.3.2.3.1.1. Stężenie zastosowanego gazu wzorcowego CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego musi być co najmniej takie jak maksymalne stężenie przewidywane w badaniu;

▼B

c) zwilżony gaz badawczy CO_2 wprowadza się do układu pobierania próbek. Zwilżony gaz badawczy CO_2 można wprowadzić za dowolnym osuszaczem próbki (w kierunku przepływu), jeżeli takie urządzenie jest używane w czasie badania;

d) mierzy się ułamek molowy wody, x_{H2O}, dla zwilżonego gazu badawczego, jak najbliżej wlotu do analizatora. Na przykład w celu obliczenia x_{H2O} mierzy się punkt rosy T_{dew} i ciśnienie bezwzględne p_{total};

e) stosuje się właściwą ocenę techniczną, aby zapobiec skraplaniu w liniach przesyłowych, łącznikach lub zaworach od punktu, w którym mierzy się x_{H2O}, aż do analizatora;

▼B

f) uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora;

g) podczas gdy analizator mierzy stężenie próbki, wyniki tych pomiarów rejestruje się przez 30 s. Następnie oblicza się średnią arytmetyczną z tych danych;

h) analizator spełnia kryteria pozytywnej weryfikacji zakłóceń, jeżeli wynik z lit. g) powyżej mieści się w tolerancji określonej w pkt 8.1.9.2.3;

i) procedury sprawdzania zakłócenia przez CO_2 i H_2O można też przeprowadzić oddzielnie. Jeżeli zastosowane poziomy CO_2 i H_2O są wyższe niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, każdą zarejestrowaną wartość zakłócenia należy pomniejszyć poprzez pomnożenie zarejestrowanej wartości zakłócenia przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Można przeprowadzić odrębne procedury sprawdzania zakłóceń przy stężeniu H_2O (do wartości minimalnej 0,025 mol/mol H_2O) mniejszym niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, z tym że zarejestrowaną wartość zakłócenia H_2O należy powiększyć poprzez pomnożenie zarejestrowanej wartości zakłócenia przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia H_2O i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Suma dwóch pomniejszonych lub powiększonych wartości zakłócenia musi się mieścić w zakresie tolerancji określonym w pkt 8.1.9.2.3.

8.1.10. Pomiary węglowodorów

8.1.10.1. Optymalizacja i weryfikacja FID

8.1.10.1.1. Zakres i częstotliwość

Wszystkie analizatory FID wzorcuje się przy ich pierwszej instalacji. Wzorcowanie powtarza się w miarę potrzeb w oparciu o właściwą ocenę techniczną. W odniesieniu do FID do pomiaru HC wykonuje się następujące czynności:

a) odpowiedź FID na poszczególne węglowodory należy zoptymalizować przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych. odpowiedź FID na propylen i toluen musi się mieścić w zakresie 0,9–1,1 odpowiedzi na propan;

b) współczynnik odpowiedzi FID na metan (CH_4) wyznacza się przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, jak opisano w pkt 8.1.10.1.4;

c) odpowiedź na metan (CH_4) należy zweryfikować w ciągu 185 dni przed badaniem.

8.1.10.1.2. Wzorcowanie

Należy opracować procedurę wzorcowania w oparciu o właściwą ocenę techniczną, na przykład procedurę opierającą się na instrukcji producenta analizatora FID i zalecanej częstotliwości wzorcowania FID. FID wzorcuje się za pomocą gazów wzorcowych C_3H_8, które spełniają specyfikacje z pkt 9.5.1. Analizator wzorcuje się na podstawie liczby atomów węgla równej jeden (C_1).

8.1.10.1.3. Optymalizacja odpowiedzi FID do oznaczania HC

Niniejszą procedurę stosuje się tylko do analizatorów FID służących do oznaczania HC.

▼B

a) Przyrząd uruchamia się i wykonuje podstawową regulację parametrów roboczych przy użyciu paliwa do FID i powietrza obojętnego, w oparciu o wymagania producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną. Grzane FID muszą znajdować się w wymaganych zakresach temperatury roboczej. Odpowiedź FID należy zoptymalizować, tak aby spełnić wymagania współczynników odpowiedzi na węglowodory i próby zakłócenia tlenowego z pkt 8.1.10.1.1 lit. a) i z pkt 8.1.10.2 dla najczęściej stosowanego zakresu pomiarowego analizatora przewidywanego podczas badania emisji. W celu dokładnej optymalizacji FID można zastosować wyższy zakres analizatora w oparciu o zalecenia producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną, jeżeli najczęściej stosowany zakres analizatora jest niższy niż zakres minimalny dla optymalizacji określony przez producenta przyrządu.

b) Grzane FID muszą znajdować się w wymaganych zakresach temperatury roboczej. Odpowiedź FID optymalizuje się dla najczęściej stosowanego zakresu pomiarowego analizatora przewidywanego podczas badania emisji. ►M2 Po ustawieniu przepływu paliwa i powietrza dla FID według zaleceń producenta do analizatora wprowadza się gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego. ◄

c) W celu optymalizacji wykonuje się następujące czynności od (i) do (iv) lub procedurę zalecaną przez producenta przyrządu. Opcjonalnie optymalizację można przeprowadzić przy wykorzystaniu procedur przedstawionych w dok. SAE nr 770141:

▼M2

(i) odpowiedź przy określonym przepływie paliwa FID określa się z różnicy pomiędzy odpowiedzią na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego a odpowiedzią na gaz zerowy;

▼B

(ii) przepływ paliwa reguluje się przyrostowo powyżej i poniżej specyfikacji producenta. ►M2 Odnotowuje się odpowiedź na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego i na gaz zerowy przy tych wartościach przepływu paliwa FID; ◄

(iii) różnicę pomiędzy odpowiedziami na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego i gaz zerowy przedstawia się na wykresie, a natężenie przepływu paliwa ustawia się w zakresie wyższych wartości krzywej. Jest to wstępne ustawienie natężenia przepływu, które może wymagać dalszej optymalizacji w zależności od wyników dotyczących współczynników odpowiedzi dla węglowodorów oraz próby zakłócenia tlenowego, stosownie do pkt 8.1.10.1.1 a) i 8.1.10.2;

(iv) jeżeli zakłócenie tlenowe lub współczynniki odpowiedzi dla węglowodorów nie spełniają poniższych wymagań, przepływ powietrza reguluje się przyrostowo powyżej i poniżej specyfikacji producenta, powtarzając dla każdego przepływu procedury opisane w pkt 8.1.10.1.1 lit. a) i w pkt 8.1.10.2;

d) określa się optymalną wielkość natężenia przepływu lub ciśnienia dla paliwa do FID i powietrza palnikowego oraz pobiera i rejestruje ich próbki do celów referencyjnych.

8.1.10.1.4. Wyznaczanie współczynnika odpowiedzi FID do oznaczania HC dla CH_4

Ponieważ analizatory FID mają z reguły różne odpowiedzi dla CH_4 w porównaniu z C_3H_8, po optymalizacji FID dla każdego analizatora FID do oznaczania HC wyznacza się współczynnik odpowiedzi dla CH_4 – $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$. Do obliczeń służących do oznaczania HC opisanych w załączniku VII sekcja 2 (podejście w oparciu o masę) lub w załączniku VII sekcja 3 (podejście w oparciu

▼B

o liczbę moli) wykorzystuje się najnowszy współczynnik $RF_{CH4[THC-FID]}$ zmierzony zgodnie z niniejszą sekcją, aby skompensować odpowiedź dla CH_4. Współczynnik $RF_{CH4[THC-FID]}$ ustala się w następujący sposób:

a) dobiera się stężenie gazu wzorcowego C_3H_8 do ustawiania zakresu pomiarowego w celu ustawienia zakresu pomiarowego analizatora przed badaniem emisji. Dobiera się tylko takie gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego, które spełniają specyfikacje z pkt 9.5.1, oraz zapisuje się stężenie C_3H_8 w gazie;

b) dobiera się gaz wzorcowy CH_4 do ustawiania zakresu pomiarowego, który spełnia specyfikacje z pkt 9.5.1, oraz zapisuje się stężenie CH_4 w gazie;

c) analizator FID uruchamia się zgodnie z instrukcjami producenta;

d) sprawdza się, czy analizator FID został wywzorcowany przy użyciu C_3H_8. Wzorcowanie przeprowadza się na podstawie liczby atomów węgla równej jeden (C_1);

e) FID zeruje się przy pomocy gazu zerowego używanego przy badaniach emisji;

f) ustawia się zakres pomiarowy FID przy użyciu wybranego gazu wzorcowego C_3H_8 do ustawiania zakresu pomiarowego;

g) gaz wzorcowy CH_4 do ustawiania zakresu pomiarowego wybrany zgodnie z lit. b) powyżej wprowadza się do portu pobierania próbek analizatora FID;

h) stabilizuje się odpowiedź analizatora. Czas stabilizacji może obejmować czas potrzebny na oczyszczenie analizatora i odpowiedź analizatora;

i) podczas gdy analizator mierzy stężenie CH_4, rejestruje się dane z próbkowania z przedziału czasowego równego 30 s i oblicza średnie arytmetyczne tych wartości;

j) średnie zmierzone stężenie dzieli się przez zarejestrowane stężenie zakresowe gazu wzorcowego CH_4. Otrzymana wartość to współczynnik odpowiedzi analizatora FID dla CH_4, $RF_{CH4[THC-FID]}$.

8.1.10.1.5. Weryfikacja odpowiedzi FID do oznaczania HC dla metanu (CH_4)

Jeżeli wartość $RF_{CH4[THC-FID]}$ otrzymana zgodnie z pkt 8.1.10.1.4 nie różni się o więcej niż ± 5,0 % od swojej poprzednio wyznaczonej wartości, FID do oznaczania HC przechodzi weryfikację odpowiedzi dla metanu z wynikiem pozytywnym.

a) Po pierwsze należy sprawdzić, czy wszystkie wartości ciśnienia lub natężenia przepływu dla paliwa do FID, powietrza palnikowego i próbki nie różnią się od ostatnio zarejestrowanych wartości o więcej niż ±0,5 %, jak opisano w pkt 8.1.10.1.3. Jeżeli wartości te trzeba wyregulować, wyznacza się nowy współczynnik $RF_{CH4[THC-FID]}$, jak opisano w pkt 8.1.10.1.4. Należy sprawdzić, czy nowa wartość $RF_{CH4[THC-FID]}$ mieści się w tolerancji określonej w niniejszym punkcie 8.1.10.1.5.

b) Jeżeli współczynnik $RF_{CH4[THC-FID]}$ nie mieści się w tolerancji określonej w niniejszym pkt 8.1.10.1.5, należy ponownie wykonać optymalizację odpowiedzi FID, jak opisano w pkt 8.1.10.1.3.

▼B

c) Wyznacza się nowy współczynnik $RF_{CH4[THC-FID]}$, jak opisano w pkt 8.1.10.1.4. Taką nową wartość $RF_{CH4[THC-FID]}$ stosuje się do obliczeń służących do oznaczania HC opisanych w załączniku VII sekcja 2 (podejście w oparciu o masę) lub w załączniku VII sekcja 3 (podejście w oparciu o liczbę moli).

8.1.10.2. Weryfikacja niestechiometrycznego zakłócenia FID spalin nierozcieńczonych przez O_2

8.1.10.2.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli analizatory FID są używane do pomiarów spalin nierozcieńczonych, wielkość zakłócenia FID przez O_2 sprawdza się przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

8.1.10.2.2. Zasady pomiaru

Zmiany stężenia O_2 w spalinach nierozcieńczonych mogą mieć wpływ na odpowiedź FID poprzez zmianę temperatury płomienia FID. W celu spełnienia kryteriów niniejszej weryfikacji należy zoptymalizować przepływ paliwa do FID, powietrza palnikowego i próbki. Działanie FID sprawdza się przy użyciu algorytmów kompensacji zakłóceń FID przez O_2, które występują podczas badań emisji.

8.1.10.2.3. Wymagania dla układu

Wszelkie analizatory FID używane do badań muszą spełniać kryteria weryfikacji zakłócenia FID przez O_2 zgodnie z procedurą opisaną w niniejszej sekcji.

8.1.10.2.4. Procedura

Zakłócenie FID przez O_2 określa się w następujący sposób, biorąc pod uwagę, że do wytworzenia stężeń gazu odniesienia wymaganych do wykonania niniejszej weryfikacji może być stosowanych kilka rozdzielaczy gazu:

a) dobiera się trzy gazy odniesienia do ustawiania zakresu pomiarowego, które spełniają specyfikacje określone w pkt 9.5.1 i zawierają stężenie C_3H_8, w celu ustawienia zakresu pomiarowego analizatorów przed badaniem emisji. ►M2 ——————— ◄ Trzy stężenia gazów dopełniających dobiera się w taki sposób, aby stężenia O_2 i N_2 odpowiadały minimalnym, maksymalnym i pośrednim stężeniom O_2 przewidywanym w czasie badania. Wymóg dotyczący użycia pośredniego stężenia O_2 można pominąć, jeżeli FID został wywzorcowany przy użyciu gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego, który był dopełniony tlenem o średnim stężeniu przewidywanym dla badania;

b) sprawdza się, czy analizator FID spełnia wszystkie specyfikacje określone w pkt 8.1.10.1;

c) analizator FID uruchamia się i pracuje on tak jak przed badaniem emisji. Niezależnie od źródła powietrza do palnika FID podczas badania do celów niniejszej weryfikacji jako źródło powietrza do palnika stosuje się powietrze obojętne;

d) analizator ustawia się na wartość zerową;

e) ustawia się zakres pomiarowy analizatora przy użyciu gazu wzorcowego, którego używa się podczas badania emisji;

▼B

f) odpowiedź zerową sprawdza się przy użyciu gazu zerowego używanego podczas badania emisji. Należy przejść do następnej czynności, jeżeli średnia odpowiedź zerowa z danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s nie różni się o więcej niż ±0,5 % od wartości odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. e) powyżej; w przeciwnym razie procedurę należy powtórzyć, zaczynając od lit. d) powyżej;

g) sprawdza się odpowiedź analizatora przy użyciu gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego, który ma najmniejsze stężenie O_2 przewidywane podczas badania. Średnią odpowiedź na podstawie ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s zapisuje się jako $x_{O2minHC}$;

h) odpowiedź zerową analizatora FID sprawdza się przy użyciu gazu zerowego używanego podczas badania emisji. Należy przejść do następnej czynności, jeżeli średnia odpowiedź zerowa z ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s nie różni się o więcej niż ± 0,5 % od wartości odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. e) powyżej; w przeciwnym razie procedurę należy powtórzyć, zaczynając od lit. d) powyżej;

i) sprawdza się odpowiedź analizatora przy użyciu gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego, który ma średnie stężenie O_2 przewidywane podczas badania. Średnią odpowiedź na podstawie ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s zapisuje się jako $x_{O2avgHC}$;

j) odpowiedź zerową analizatora FID sprawdza się przy użyciu gazu zerowego używanego podczas badania emisji. Należy przejść do następnej czynności, jeżeli średnia odpowiedź zerowa z ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s nie różni się o więcej niż ± 0,5 % od wartości odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. e) powyżej; w przeciwnym razie procedurę należy powtórzyć, zaczynając od lit. d) powyżej;

k) sprawdza się odpowiedź analizatora przy użyciu gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego, który ma największe stężenie O_2 przewidywane podczas badania. Średnią odpowiedź na podstawie ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s zapisuje się jako $x_{O2maxHC}$;

l) odpowiedź zerową analizatora FID sprawdza się przy użyciu gazu zerowego używanego podczas badania emisji. Należy przejść do następnej czynności, jeżeli średnia odpowiedź zerowa z ustabilizowanych danych z próbkowania zgromadzonych przez 30 s nie różni się o więcej niż ±0,5 % od wartości odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. e) powyżej; w przeciwnym razie procedurę należy powtórzyć, zaczynając od lit. d) powyżej;

m) oblicza się różnicę procentową między $x_{O2maxHC}$ a stężeniem odpowiedniego gazu odniesienia dla tej wielkości. Oblicza się różnicę procentową między $x_{O2avgHC}$ a stężeniem odpowiedniego gazu odniesienia dla tej wielkości. Oblicza się różnicę procentową między $x_{O2minHC}$ a stężeniem odpowiedniego gazu odniesienia dla tej wielkości. Określa się największą procentową różnicę z trzech powyższych. Wartość ta stanowi zakłócenie przez O_2;

n) jeżeli zakłócenie przez O_2 mieści się w granicach ± 3 %, FID przechodzi weryfikację zakłócenia przez O_2; w przeciwnym razie należy wykonać co najmniej jedną z poniższych czynności, aby usunąć wadę:

▼B

(i) weryfikację powtarza się, aby sprawdzić, czy nie popełniono błędu w czasie procedury;

(ii) do badań emisji dobiera się taki gaz zerowy i gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego, których stężenie O_2 jest większe lub mniejsze niż poprzednio, i powtarza się weryfikację;

(iii) reguluje się natężenie przepływu powietrza palnikowego, paliwa i próbki w FID. Należy pamiętać, że jeżeli dla danego FID do oznaczania THC natężenia te zostaną zmienione w celu spełnienia kryteriów weryfikacji zakłócenia przez O_2, do kolejnej weryfikacji RF_{CH4} trzeba ponownie ustalić RF_{CH4}. Po regulacji powtarza się weryfikację zakłócenia przez O_2 i wyznacza RF_{CH4};

(iv) FID poddaje się naprawie lub wymianie i następnie powtarza się weryfikację zakłócenia przez O_2.

8.1.10.3. Współczynniki przenikania dla separatora węglowodorów niemetanowych (zastrzeżone)

8.1.11. Pomiary NO_x

8.1.11.1. Weryfikacja tłumienia CLD przez CO_2 i H_2O

8.1.11.1.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli NO_x mierzy się za pomocą analizatora CLD, wielkość tłumienia przez H_2O i CO_2 sprawdza się przy pierwszej instalacji analizatora CLD i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

8.1.11.1.2. Zasady pomiaru

H_2O i CO_2 mogą ujemnie zakłócać odpowiedź CLD na NO_x poprzez tłumienie kolizyjne, które hamuje reakcję chemiluminescencyjną wykorzystywaną w CLD do wykrywania NO_x. Niniejsza procedura oraz obliczenia w pkt 8.1.11.2.3 służą do określania tłumienia i skalowania wyników tłumienia do maksymalnego ułamka molowego H_2O i maksymalnego stężenia CO_2 przewidywanych podczas badania emisji. Jeżeli w analizatorze CLD stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące przyrządy do pomiaru H_2O lub CO_2, oceny tłumienia dokonuje się, gdy przyrządy te są aktywne i z zastosowaniem algorytmów kompensacji.

8.1.11.1.3. Wymagania dla układu

W przypadku pomiarów gazów rozcieńczonych wartość połączonego tłumienia analizatora CLD przez H_2O i CO_2 nie może przekraczać ±2 %. W przypadku pomiarów gazów nierozcieńczonych wartość połączonego tłumienia analizatora CLD przez H_2O i CO_2 nie może przekraczać ±2,5 %. Połączone tłumienie to suma tłumienia przez CO_2 określonego w sposób opisany w pkt 8.1.11.1.4 i tłumienia przez H_2O określonego w sposób opisany w pkt 8.1.11.1.5. Jeżeli wymagania te nie są spełnione, należy podjąć środki naprawcze w postaci naprawy lub wymiany analizatora. Przed wykonaniem badań emisji należy sprawdzić, czy działania naprawcze przywróciły prawidłowe działanie analizatora.

8.1.11.1.4. Procedura weryfikacji tłumienia przez CO_2

Do określenia tłumienia przez CO_2 można zastosować metodę opisaną poniżej lub metodę przewidzianą przez producenta przyrządu, z wykorzystaniem rozdzielacza gazu, który miesza

▼B

dwuskładnikowe gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego z gazem zerowym jako rozcieńczalnikiem i spełnia wymagania pkt 9.4.5.6, lub też zastosować właściwą ocenę techniczną w celu opracowania innego protokołu:

a) niezbędne połączenia wykonuje się z PTFE lub ze stali nierdzewnej;

b) rozdzielacz gazu konfiguruje się w taki sposób, aby mieszały się ze sobą prawie równe ilości gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego i gazu rozcieńczającego;

c) jeżeli analizator CLD ma tryb pracy, w którym wykrywany jest tylko NO, a nie tlenki NO_x ogółem, analizator CLD należy przełączyć na taki tryb do wykrywania tylko NO;

d) stosuje się gaz wzorcowy CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego, który spełnia specyfikacje pkt 9.5.1, o stężeniu około dwukrotnie większym od maksymalnego stężenia CO_2 przewidywanego podczas badań emisji;

e) stosuje się gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego, który spełnia specyfikacje pkt 9.5.1, o stężeniu około dwukrotnie większym od maksymalnego stężenia NO przewidywanego podczas badań emisji. W celu dokładnej weryfikacji można zastosować wyższe stężenie w oparciu o zalecenia producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną, jeżeli przewidywane stężenie NO jest niższe niż zakres minimalny dla weryfikacji określony przez producenta przyrządu;

f) analizator CLD zeruje się i ustawia się jego zakres pomiarowy. Zakres pomiarowy analizatora CLD ustawia się przy pomocy gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. e) powyżej, przez rozdzielacz gazu. Gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego podłącza się do portu gazu do ustawiana zakresu pomiarowego w rozdzielaczu gazu; gaz zerowy podłącza się do portu rozcieńczalnika w rozdzielaczu gazu; stosuje się ten sam nominalny stosunek składników mieszaniny, jak wybrano w lit. b) niniejszego punktu, a wynikowe stężenie NO z rozdzielacza gazu wykorzystuje się do ustawienia zakresu pomiarowego analizatora CLD. W razie potrzeby stosuje się poprawki na właściwości gazów, aby zapewnić dokładny rozdział gazów;

g) gaz wzorcowy CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego podłącza się do portu gazu wzorcowego do ustawiana zakresu pomiarowego w rozdzielaczu gazu;

h) gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego podłącza się do portu rozcieńczalnika w rozdzielaczu gazu;

i) w czasie przepływu gazów NO i CO_2 przez rozdzielacz gazu stabilizuje się gaz wyjściowy z rozdzielacza gazu. Wyznacza się stężenie CO_2 w gazie wyjściowym z rozdzielacza gazu, stosując w razie potrzeby poprawki na właściwości gazów, aby zapewnić dokładny rozdział gazów. Otrzymane stężenie x_{CO2act} zapisuje się i wykorzystuje do obliczeń weryfikacji tłumienia w pkt 8.1.11.2.3. Zamiast rozdzielacza gazu można zastosować inne proste urządzenie do mieszania gazów. W takim przypadku do oznaczenia stężenia CO_2 stosuje się analizator. Jeżeli stosowany jest analizator NDIR z prostym urządzeniem do mieszania gazów, musi spełniać wymagania niniejszej sekcji, a jego zakres pomiarowy ustawia się przy użyciu gazu wzorcowego CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego, o którym mowa w lit. d) niniejszego punktu. Przedtem należy sprawdzić liniowość analizatora NDIR w całym zakresie do wartości równej dwukrotności maksymalnego stężenia CO_2 przewidywanego podczas badań;

▼B

j) stężenie NO mierzy się za rozdzielaczem gazu (w kierunku przepływu) przy użyciu analizatora CLD. Uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora. Czas stabilizacji może obejmować czas potrzebny na oczyszczenie linii przesyłowej i uwzględnienie odpowiedzi analizatora. Podczas gdy analizator mierzy stężenie próbki, wyniki tych pomiarów rejestruje się przez 30 s. Następnie z tych danych oblicza się średnią arytmetyczną wartość stężenia, x_{NOmeas}. Otrzymane stężenie x_{NOmeas} zapisuje się i wykorzystuje do obliczeń weryfikacji tłumienia w pkt 8.1.11.2.3;

k) Oblicza się rzeczywiste stężenie NO na wyjściu z rozdzielacza gazu, x_{NOact}, w oparciu o stężenia gazów wzorcowych do ustawiania zakresu pomiarowego oraz x_{CO2act} za pomocą równania (6-24). Obliczoną wartość wykorzystuje się do obliczeń weryfikacji tłumienia za pomocą równania (6-23);

l) wartości odnotowane zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 i 8.1.11.1.5 niniejszej sekcji wykorzystuje się do obliczenia tłumienia, jak opisano w pkt 8.1.11.2.3.

8.1.11.1.5. Procedura weryfikacji tłumienia przez H_2O

Do określenia tłumienia przez H_2O można zastosować metodę opisaną poniżej lub metodę przewidzianą przez producenta przyrządu, lub też zastosować właściwą ocenę techniczną w celu opracowania innego protokołu:

a) niezbędne połączenia wykonuje się z PTFE lub ze stali nierdzewnej;

b) jeżeli analizator CLD ma tryb pracy, w którym wykrywany jest tylko NO, a nie tlenki NO_x ogółem, analizator CLD należy przełączyć na taki tryb do wykrywania tylko NO;

c) stosuje się gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego, który spełnia specyfikacje pkt 9.5.1, o stężeniu zbliżonym od maksymalnego stężenia przewidywanego podczas badań emisji. W celu dokładnej weryfikacji można zastosować wyższe stężenie w oparciu o zalecenia producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną, jeżeli przewidywane stężenie NO jest niższe niż zakres minimalny dla weryfikacji określony przez producenta przyrządu;

d) analizator CLD zeruje się i ustawia się jego zakres pomiarowy. Zakres pomiarowy analizatora CLD ustawia się przy pomocy gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego z lit. c) powyżej; stężenie tego gazu zapisuje się jako x_{NOdry} i wykorzystuje do obliczeń weryfikacji tłumienia w pkt 8.1.11.2.3;

▼M2

e) gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego zwilża się poprzez przepuszczenie go przez wodę destylowaną w szczelnym naczyniu. Jeżeli w tej próbie weryfikacyjnej próbka zwilżonego gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego nie przechodzi przez osuszacz próbki, temperaturę naczynia reguluje się w taki sposób, aby wytworzyć zawartość H_2O w gazie wzorcowym do ustawiania zakresu pomiarowego w przybliżeniu równą maksymalnemu ułamkowi molowemu H_2O przewidywanemu podczas badań emisji. Jeżeli próbka zwilżonego gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego nie przechodzi przez osuszacz próbki, w obliczeniach weryfikacji tłumienia z pkt 8.1.11.2.3 zmierzone tłumienie

▼M2

H_2O powiększa się, aby odpowiadało największemu ułamkowi molowemu H_2O przewidywanemu podczas badań emisji. Jeżeli w tej próbie weryfikacyjnej próbka zwilżonego gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego przechodzi przez osuszacz, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby w gazie wzorcowym do ustawiania zakresu pomiarowego wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana na wyjściu osuszacza, zgodnie z pkt 9.3.2.3.1.1. W tym przypadku w obliczeniach weryfikacji tłumienia określonych w pkt 8.1.11.2.3 nie stosuje się skalowania zmierzonego tłumienia H_2O;

▼B

f) zwilżony gaz badawczy NO wprowadza się do układu pobierania próbek. Można go wprowadzić przed lub za osuszaczem próbki (w kierunku przeciwnym do przepływu lub w kierunku przepływu), którego używa się w czasie badań emisji. W zależności od miejsca wprowadzenia wybiera się odpowiednią metodę obliczeniową z lit. e) niniejszego punktu. ►M2 Należy zauważyć, że osuszacz próbki musi spełniać warunki próby weryfikacyjnej osuszacza próbek z pkt 8.1.12; ◄

g) mierzy się ułamek molowy H_2O w zwilżonym gazie wzorcowym NO do ustawiania zakresu pomiarowego. Jeżeli używany jest osuszacz próbki, ułamek molowy H_2O w zwilżonym gazie wzorcowym NO do ustawiania zakresu pomiarowego mierzy się za osuszaczem próbki (w kierunku przepływu) i jest to $x_{H2Omeas}$. Zaleca się, aby pomiar $x_{H2Omeas}$ wykonywać możliwie blisko wlotu do analizatora CLD. Wartość $x_{H2Omeas}$ można obliczyć z pomiarów punktu rosy, T_{dew}, i ciśnienia bezwzględnego, p_{total};

h) stosuje się właściwą ocenę techniczną, aby zapobiec skraplaniu w liniach przesyłowych, łącznikach lub zaworach od punktu, w którym mierzy się $x_{H2Omeas}$, aż do analizatora. Zaleca się taki projekt układu, aby temperatura ścianek w liniach przesyłowych, łącznikach i zaworach od punktu, w którym mierzy się $x_{H2Omeas}$, aż do analizatora była większa o co najmniej 5 K od miejscowego punktu rosy próbki;

i) stężenie zwilżonego gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego mierzy się przy użyciu analizatora CLD. Uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora. Czas stabilizacji może obejmować czas potrzebny na oczyszczenie linii przesyłowej i uwzględnienie odpowiedzi analizatora. Podczas gdy analizator mierzy stężenie próbki, wyniki tych pomiarów rejestruje się przez 30 s. Następnie oblicza się średnią arytmetyczną z tych danych, x_{NOwet}. Otrzymane stężenie x_{NOwet} zapisuje się i wykorzystuje do obliczeń weryfikacji tłumienia w pkt 8.1.11.2.3.

8.1.11.2. Obliczenia weryfikacji tłumienia dla CLD

Obliczenia weryfikacji tłumienia dla CLD wykonuje się w sposób opisany w niniejszym punkcie.

8.1.11.2.1. Ilość wody przewidywana w czasie badania

Należy oszacować największy przewidywany ułamek molowy wody w czasie badań emisji, x_{H2Oexp}. Oszacowanie wykonuje się dla punktu, w którym wprowadzono zwilżony gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego, zgodnie z pkt 8.1.11.1.5 lit. f). Przy szacowaniu największego przewidywanego ułamka molowego wody uwzględnia się maksymalną przewidywaną zawartość wody w powietrzu do spalania, w produktach spalania paliwa i w powietrzu rozcieńczającym (jeżeli dotyczy). Jeżeli w czasie próby weryfikacyjnej zwilżony gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego jest wprowadzany do układu pobierania próbek przed osuszaczem próbki (w kierunku przeciwnym do przepływu), nie trzeba szacować największego przewidywanego ułamka molowego wody i przyjmuje się, że x_{H2Oexp} równa się $x_{H2Omeas}$.

▼B

8.1.11.2.2. Ilość CO_2 przewidywana w trakcie badania

Należy oszacować największe przewidywane stężenie CO_2 w czasie badań emisji, x_{CO2exp}. Oszacowanie wykonuje się dla tego miejsca w układzie pobierania próbek, w którym wprowadzono zmieszane gazy wzorcowe NO i CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego, zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. j). Przy szacowaniu największego przewidywanego stężenia CO_2 uwzględnia się maksymalną przewidywaną zawartość CO_2 w produktach spalania paliwa i w powietrzu rozcieńczającym.

8.1.11.2.3. Obliczenia połączonego tłumienia przez H_2O i CO_2

Połączone tłumienie przez H_2O i CO_2 oblicza się za pomocą równania (6-23):

$$quench = \left[\left(\frac{\frac{x_{NOwet}}{1 - x_{H2Omeas}}}{x_{NOdry}} \right) \cdot \frac{x_{H2Oexp}}{x_{H2Omeas}} + \left(\frac{x_{NOmeas}}{x_{NOact}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{CO2exp}}{x_{CO2act}} \right] \cdot 100\% \qquad (6\text{-}23)$$

Gdzie:

quench = wielkość tłumienia CLD

x_{NOdry} zmierzone stężenie NO przed bełkotką (w kierunku przeciwnym do przepływu) zgodnie z pkt 8.1.11.1.5 lit. d)

x_{NOwet} zmierzone stężenie NO za bełkotką (w kierunku przepływu) zgodnie z pkt 8.1.11.1.5 lit. i)

x_{H2Oexp} największy przewidywany ułamek molowy wody w czasie badań emisji zgodnie z pkt 8.1.11.2.1

$x_{H2Omeas}$ zmierzony ułamek molowy wody w czasie próby weryfikacji tłumienia zgodnie z pkt 8.1.11.1.5 lit. g)

x_{NOmeas} zmierzone stężenie NO po zmieszaniu gazów wzorcowych NO i CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. j)

x_{NOact} rzeczywiste stężenie NO po zmieszaniu gazów wzorcowych NO i CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego, zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. k), obliczone za pomocą równania (6-24)

x_{CO2exp} największe przewidywane stężenie CO_2 w czasie badań emisji zgodnie z pkt 8.1.11.2.2

x_{CO2act} rzeczywiste stężenie CO_2 po zmieszaniu gazów wzorcowych NO i CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego, zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. i)

$$x_{NOact} = \left(1 - \frac{x_{CO2act}}{x_{CO2span}} \right) \cdot x_{NOspan} \qquad (6\text{-}24)$$

Gdzie:

x_{NOspan} stężenie gazu wzorcowego NO do ustawiania zakresu pomiarowego na wejściu do rozdzielacza gazu, zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. e)

$x_{CO2span}$ stężenie gazu wzorcowego CO_2 do ustawiania zakresu pomiarowego na wejściu do rozdzielacza gazu, zgodnie z pkt 8.1.11.1.4 lit. d)

▼B

8.1.11.3. Weryfikacja zakłócenia analizatora NDUV przez HC i H_2O

8.1.11.3.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli NO_x mierzy się za pomocą analizatora NDUV, wielkość zakłócenia przez H_2O i węglowodory sprawdza się przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

8.1.11.3.2. Zasady pomiaru

Węglowodory i H_2O mogą powodować zakłócenie dodatnie w analizatorze NDUV poprzez wywołanie odpowiedzi podobnej do NO_x. Jeżeli w celu spełnienia kryteriów niniejszej weryfikacji w analizatorze NDUV stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące pomiary innych gazów, takie pomiary przeprowadzane są jednocześnie, aby sprawdzić algorytmy podczas weryfikacji zakłóceń analizatora.

8.1.11.3.3. Wymagania dla układu

Wielkość łącznego zakłócenia analizatora NDUV NO_x przez H_2O i HC musi mieścić się w granicach ±2 % średniego stężenia NO_x

8.1.11.3.4. Procedura

Zakłócenia sprawdza się w następujący sposób:

a) analizator NDUV NO_x uruchamia się, obsługuje, zeruje i ustawia jego zakres pomiarowy zgodnie z zaleceniami producenta przyrządu;

b) do przeprowadzenia tej weryfikacji zaleca się pobranie spalin z silnika. Do ilościowego określenia zawartości NO_x w spalinach stosuje się CLD spełniający wymagania pkt 9.4. Odpowiedź CLD wykorzystuje się jako wartość odniesienia. Mierzy się również poziom HC w spalinach przy pomocy analizatora FID, który spełnia wymagania pkt 9.4. Odpowiedź FID wykorzystuje się jako wartość odniesienia dla węglowodorów;

c) spaliny z silnika wprowadza się do analizatora NDUV przed ewentualnym osuszaczem próbki (w kierunku przeciwnym do przepływu), jeżeli takie urządzenie jest używane w czasie badania;

d) Uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora. Czas stabilizacji może obejmować czas potrzebny na oczyszczenie linii przesyłowej i uwzględnienie odpowiedzi analizatora;

e) podczas gdy wszystkie analizatory mierzą stężenie próbki, rejestruje się dane z próbkowania zgromadzone przez 30 s i oblicza średnie arytmetyczne w odniesieniu do trzech analizatorów;

f) od średniej wartości zarejestrowanej przez NDUV odejmuje się średnią wartość zarejestrowaną przez CLD;

g) ►M2 różnicę tę mnoży się przez iloraz oczekiwanego średniego stężenia HC i stężenia HC zmierzonego podczas weryfikacji. Analizator spełnia kryteria weryfikacji zakłóceń określone w niniejszym punkcie, jeżeli otrzymany wynik mieści się w granicach ± 2 % stężenia NO_x przewidywanego dla wartości granicznej emisji, jak określono w równaniu (6-25): ◄

$$\left|\overline{x}_{\mathrm{NOx,CLD,meas}} - \overline{x}_{\mathrm{NOx,NDUV,meas}}\right| \cdot \left(\frac{\overline{X}_{\mathrm{HC,exp}}}{\overline{X}_{\mathrm{HC,meas}}}\right) \leq 2\% \cdot \left(\overline{x}_{\mathrm{NOx,exp}}\right) \qquad (6\text{-}25)$$

▼B

Gdzie:

$\overline{x}_{NOx,CLD,meas}$	średnie stężenie NO_x zmierzone przez CLD [µmol/mol] lub [ppm]
$\overline{x}_{NOx,NDUV,meas}$	średnie stężenie NO_x zmierzone przez NDUV [µmol/mol] lub [ppm]
$\overline{x}_{HC,meas}$	średnie zmierzone stężenie HC [µmol/mol] lub [ppm]
$\overline{x}_{HC,exp}$	średnie stężenie HC przewidywane dla wzorca [µmol/mol] lub [ppm]
$\overline{x}_{NOx,exp}$	średnie stężenie NO_x przewidywane dla wzorca [µmol/mol] lub [ppm]

8.1.11.4 Przenikanie NO_2 do osuszacza próbki

8.1.11.4.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli przed przyrządem do pomiaru NO_x (w kierunku przeciwnym do przepływu) stosowany jest osuszacz próbki do osuszenia próbki, ale przed takim osuszaczem (w kierunku przeciwnym do przepływu) nie stosuje się konwertora NO_2 do NO, wykonuje się niniejszą weryfikację przenikania NO_2 do osuszacza próbki. Niniejszą weryfikację wykonuje się przy pierwszej instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

8.1.11.4.2. Zasady pomiaru

Osuszacz próbki służy do usuwania wody, która mogłaby w innym wypadku zakłócać pomiar NO_x. Niemniej jednak ciekła woda pozostająca w niewłaściwie zaprojektowanym osuszaczu próbki ◄ może usuwać NO_2 z próbki. Jeżeli przed osuszaczem próbki (w kierunku przeciwnym do przepływu) nie stosuje się konwertora NO_2 do NO, osuszacz próbki może usuwać NO_2 z próbki przed wykonaniem pomiaru NO_x.

8.1.11.4.3. Wymagania dla układu

Osuszacz próbki umożliwia pomiar co najmniej 95 % całkowitego NO_2 przy maksymalnym oczekiwanym stężeniu NO_2.

8.1.11.4.4. Procedura

Do weryfikacji działania osuszacza próbki stosuje się następującą procedurę:

a) przygotowanie przyrządów. Postępuje się zgodnie z instrukcjami producenta w zakresie uruchamiania i obsługi analizatora i osuszacza próbki. Analizator i osuszacz próbki należy wyregulować w miarę potrzeb, aby zoptymalizować ich działanie;

b) przygotowanie sprzętu i gromadzenie danych:

(i) analizatory całkowitej zawartości NO_x zeruje się i ustawia ich zakres pomiarowy tak jak przed badaniami emisji;

(ii) dobiera się gaz wzorcowy NO_2 (dopełniony suchym powietrzem), którego stężenie NO_2 jest zbliżone do maksymalnego stężenia przewidywanego w badaniach. W celu dokładnej weryfikacji można zastosować wyższe stężenie w oparciu o zalecenia producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną, jeżeli przewidywane stężenie NO_2 jest niższe niż zakres minimalny dla weryfikacji określony przez producenta przyrządu;

▼B

(iii) wybrany gaz wzorcowy przelewa się przez sondę układu pobierania próbek lub łącznik przelewowy. Uwzględnia się czas na stabilizację odpowiedzi na NO_x ogółem, obejmujący jedynie opóźnienia przesyłowe i czas odpowiedzi przyrządów;

(iv) oblicza się średnią na podstawie zapisanych danych dla całkowitej zawartości NO_x z 30 s i wartość tę zapisuje się jako x_{NOxref};

(v) zatrzymuje się przepływ gazu wzorcowego NO_2;

(vi) następnie układ pobierania próbek nasyca się poprzez przelewanie gazu wyjściowego z generatora punktu rosy, ustawionego na punkt rosy wynoszący 323 K (50 °C), przez sondę układu pobierania próbek lub łącznik przelewowy. Gaz wyjściowy z generatora punktu rosy próbkuje się za pomocą układu pobierania próbek i osuszacza próbki przez co najmniej 10 minut, do chwili, kiedy osuszacz próbki powinien usuwać wodę ze stałą szybkością;

(vii) układ niezwłocznie przełącza się z powrotem na przelewanie gazu wzorcowego NO_2 używanego do wyznaczenia x_{NOxref}. Uwzględnia się czas na stabilizację odpowiedzi na NO_x ogółem, obejmujący jedynie opóźnienia przesyłowe i czas odpowiedzi przyrządów. Oblicza się średnią na podstawie zapisanych danych dla całkowitej zawartości NO_x z 30 s i wartość tę zapisuje się jako $x_{NOxmeas}$;

(viii) wartość $x_{NOxmeas}$ koryguje się do x_{NOxdry} w odniesieniu do resztkowej pary wodnej, która przeszła przez osuszacz próbki, przy wartościach temperatury i ciśnienia na wyjściu z osuszacza próbki;

c) ocena działania. Jeżeli wartość x_{NOxdry} wynosi mniej niż 95 % x_{NOxref}, osuszacz próbki należy naprawić lub wymienić.

8.1.11.5. Weryfikacja konwersji w konwertorze NO_2 do NO

8.1.11.5.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli w celu oznaczenia NO_x stosowany jest analizator, który mierzy tylko NO, przed analizatorem (w kierunku przeciwnym do przepływu) należy zastosować konwertor NO_2 do NO. Niniejszą weryfikację wykonuje się po zainstalowaniu konwertora, po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych i w ciągu 35 dni przed badaniem emisji. Weryfikację tę powtarza się z taką częstotliwością w celu sprawdzenia, czy aktywność katalityczna konwertora NO_2 do NO nie uległa pogorszeniu.

8.1.11.5.2. Zasady pomiaru

Konwertor NO_2 do NO przekształca NO_2 w spalinach na NO, co umożliwia oznaczenie NO_x ogółem przez analizator, który mierzy tylko NO.

8.1.11.5.3. Wymagania dla układu

Konwertor NO_2 do NO umożliwia pomiar co najmniej 95 % całkowitego NO_2 przy maksymalnym oczekiwanym stężeniu NO_2.

8.1.11.5.4. Procedura

Do weryfikacji działania konwertora NO_2 do NO stosuje się następującą procedurę:

▼B

a) jeżeli chodzi o przygotowanie przyrządów, postępuje się zgodnie z instrukcjami producenta w zakresie uruchamiania i obsługi analizatora i konwertora NO_2 do NO. Analizator i konwertor należy wyregulować w miarę potrzeb, aby zoptymalizować ich działanie;

b) wlot ozonatora podłącza się do źródła powietrza obojętnego lub tlenu, a wylot do jednego z portów 3-drogowego trójnika. Do drugiego portu podłącza się gaz wzorcowy NO do ustawiania zakresu pomiarowego, a do ostatniego portu podłącza się wlot do konwertora NO_2 do NO;

c) w niniejszej próbie wykonuje się następujące czynności:

(i) uwalnia się powietrze ozonatora, wyłącza się zasilanie ozonatora i przełącza konwertor NO_2 do NO na tryb bocznikowy (tj. tryb NO). Uwzględnia się czas na stabilizację, obejmujący jedynie opóźnienia przesyłowe i czas odpowiedzi przyrządów;

(ii) reguluje się przepływ NO i gazu zerowego, tak aby stężenie NO w analizatorze było zbliżone do szczytowego stężenia NO_x ogółem przewidywanego podczas badań. Zawartość NO_2 w mieszaninie gazów musi wynosić mniej niż 5 % stężenia NO. Stężenie NO zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako x_{NOref}. W celu dokładnej weryfikacji można zastosować wyższe stężenie w oparciu o zalecenia producenta przyrządu i właściwą ocenę techniczną, jeżeli przewidywane stężenie NO jest niższe niż zakres minimalny dla weryfikacji określony przez producenta przyrządu;

(iii) włącza się zasilanie ozonatora w O_2 i reguluje natężenie przepływu O_2, tak aby odczyt stężenia NO z analizatora był o około 10 % mniejszy od x_{NOref}. Stężenie NO zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako $x_{NO+O2mix}$;

(iv) włącza się ozonator i reguluje szybkość wytwarzania ozonu, tak aby stężenie NO zmierzone przez analizator wynosiło około 20 % x_{NOref}, przy zachowaniu co najmniej 10 % nieprzereagowanego NO. Stężenie NO zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako x_{NOmeas};

(v) analizator NO_x przełącza się na tryb NO_x i mierzy całkowitą zawartość NO_x. Stężenie NO_x zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako $x_{NOxmeas}$;

(vi) wyłącza się ozonator, ale utrzymuje przepływ gazu przez układ. Analizator NO_x wskaże zawartość NO_x w mieszaninie $NO + O_2$. Stężenie NO_x zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako $x_{NOx+O2mix}$;

▼B

(vii) wyłącza się dostarczane O_2. Analizator NO_x wskaże zawartość NO_x w pierwotnej mieszaninie NO w N_2. Stężenie NO_x zapisuje się, obliczając średnią danych z próbkowania zgromadzonych w ciągu 30 s z analizatora i wartość tę zapisuje się jako x_{NOxref}; Wartość ta nie może być większa od wartości x_{NOref} o więcej niż 5 %;

d) ocena działania. Sprawność konwertora NO_x oblicza się poprzez podstawienie otrzymanych stężeń w równaniu (6-26):

$$Efficiency[\%] = \left(1 + \frac{x_{NOxmeas} - x_{NOx+O2mix}}{x_{NO+O2mix} - x_{NOmeas}}\right) \times 100 \qquad (6\text{-}26)$$

e) jeżeli wynik wynosi mniej niż 95 %, konwertor NO_2 do NO należy naprawić lub wymienić.

▼M2

8.1.12. Weryfikacja osuszacza próbki

Jeżeli stosuje się czujnik wilgotności do ciągłego monitorowania punktu rosy na wylocie osuszacza próbek, niniejsza próba nie ma zastosowania, o ile wilgotność na wylocie osuszacza utrzymywana jest poniżej wartości minimalnych stosowanych do sprawdzania tłumienia, zakłóceń i kompensacji.

Jeżeli stosowany jest osuszacz próbek dozwolony na podstawie pkt 9.3.2.3.1, który usuwa wodę z próbek gazu, działanie tego urządzenia sprawdza się przy jego instalacji i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych, jeżeli są to termiczne urządzenia schładzające. W przypadku osuszaczy z membraną osmotyczną ich działanie sprawdza się przy pierwszej instalacji, po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych i w ciągu 35 dni przed badaniem.

Woda może zakłócić zdolność analizatora do prawidłowego pomiaru przedmiotowych składników spalin, dlatego jest niekiedy usuwana z próbki gazu, zanim dotrze on do analizatora. Na przykład, woda może powodować zakłócenie ujemne w odpowiedzi analizatora CLD na gaz NO_x poprzez tłumienie kolizyjne lub też powodować zakłócenie dodatnie w analizatorze NDIR poprzez wywołanie odpowiedzi podobnej do CO.

Osuszacz próbki musi spełniać wymagania określone w pkt 9.3.2.3.1 w odniesieniu do punktu rosy T_{dew} i ciśnienia bezwzględnego p_{total} za osmotycznym osuszaczem membranowym lub termicznym urządzeniem schładzającym (w kierunku przepływu).

W celu oceny sprawności osuszacza stosuje się następującą procedurę weryfikacji osuszacza próbki lub opracowuje inny protokół w oparciu o właściwą ocenę techniczną:

(i) niezbędne połączenia wykonuje się z politetrafluoroetylenu (PTFE) lub ze stali nierdzewnej;

(ii) N_2 lub powietrze oczyszczone zwilża się poprzez przepuszczenie gazu przez szczelne naczynie z wodą destylowaną, w którym gaz nawilżany jest do najwyższego punktu rosy próbki przewidywanego w czasie pobierania próbek emisji;

(iii) zwilżony gaz wprowadza się przed osuszaczem próbki (w kierunku przeciwnym do przepływu);

(iv) za naczyniem (w kierunku przepływu) zwilżony gaz musi być utrzymywany w temperaturze większej o co najmniej 5 K (5 °C) od swojego punktu rosy;

▼M2

(v) mierzy się punkt rosy zwilżonego gazu, T_{dew}, i ciśnienie, p_{total}, w miejscu położonym jak najbliżej wlotu do osuszacza próbki, aby sprawdzić, czy wartość punktu rosy odpowiada najwyższej wartości przewidzianej dla pobierania próbek emisji;

(vi) mierzy się punkt rosy zwilżonego gazu, T_{dew}, i ciśnienie, p_{total}, w miejscu położonym jak najbliżej wylotu z osuszacza próbki;

(vii) osuszacz próbki spełnia kryteria weryfikacji, jeżeli wynik z lit. d) ppkt (vi) niniejszej sekcji jest mniejszy niż wartość punktu rosy wymagana dla osuszacza próbki zgodnie z pkt 9.3.2.3.1 powiększona o 2 K (2 °C) lub jeżeli ułamek molowy z lit. d) ppkt (vi) jest mniejszy niż odpowiednia wartość wymagana dla osuszacza próbki powiększona o 0,002 mol/mol lub 0,2 % obj. Należy zauważyć, że do celów niniejszej weryfikacji punkt rosy próbki wyraża się jako temperaturę bezwzględną w kelwinach.

———————

8.1.13. Pomiary cząstek stałych

8.1.13.1. Weryfikacje wagi do cząstek stałych i weryfikacja procesu ważenia

8.1.13.1.1. Zakres i częstotliwość

W niniejszej sekcji opisano trzy weryfikacje:

a) niezależną weryfikację działania wagi do cząstek stałych wykonywaną w ciągu 370 dni przed ważeniem dowolnego filtra;

b) weryfikację wskazania zera i zakresu pomiarowego wagi wykonywaną w ciągu 12 godzin przed ważeniem dowolnego filtra;

c) weryfikację, czy oznaczenie masy filtrów odniesienia przed sesją ważenia filtrów i po takiej sesji mieści się w określonej tolerancji.

8.1.13.1.2. Niezależna weryfikacja

Producent wagi (lub przedstawiciel zatwierdzony przez producenta wagi) sprawdza działanie wagi w ciągu 370 dni przed badaniem zgodnie z procedurami audytu wewnętrznego.

8.1.13.1.3. Zerowanie i ustawianie zakresu pomiarowego

Na potrzeby tej weryfikacji działanie wagi sprawdza się poprzez zerowanie i ustawienie jej zakresu pomiarowego przy użyciu co najmniej jednego odważnika wzorcowego, a wszelkie używane odważniki muszą spełniać wymagania pkt 9.5.2. Stosuje się procedurę ręczną lub zautomatyzowaną:

a) w procedurze ręcznej stosuje się wagę, którą zeruje się i której zakres pomiarowy ustawia się przy użyciu co najmniej jednego odważnika wzorcowego. Jeżeli proces ważenia powtarza się w celu zwiększenia dokładności i precyzji pomiarów cząstek stałych i uzyskuje się normalnie średnie wartości, ten sam proces wykorzystuje się do sprawdzenia działania wagi;

b) procedura zautomatyzowana przeprowadzana jest przy użyciu wewnętrznych odważników wzorcowych, które są stosowane automatycznie w celu sprawdzenia działania wagi. Na potrzeby tej weryfikacji takie wewnętrzne odważniki wzorcowe muszą spełniać wymagania pkt 9.5.2.

▼M2

8.1.13.1.4. Ważenie próbki odniesienia

Wszystkie odczyty masy zarejestrowane podczas danej sesji ważenia sprawdza się poprzez zważenie nośników odniesienia do pobierania próbek cząstek stałych (np. filtrów) przed sesją ważenia i po takiej sesji. Sesja ważenia może być dowolnie krótka, ale nie może trwać dłużej niż 80 godzin, i może obejmować odczyty masy przed badaniem i po badaniu. Kolejne oznaczenia masy każdego nośnika odniesienia do pobierania próbek cząstek stałych muszą dawać tę samą wartość w granicach ± 10 μg lub ± 10 % przewidywanej masy całkowitej cząstek stałych, w zależności od tego, która z tych wielkości jest większa. Jeżeli kolejne ważenia filtrów do pobierania próbek cząstek stałych nie spełniają tego kryterium, unieważnia się wszystkie odczyty masy filtrów z badania, które zarejestrowano pomiędzy kolejnymi dwoma oznaczeniami masy filtra odniesienia. Filtry te można zważyć ponownie w czasie innej sesji ważenia. Jeżeli unieważnione zostanie ważenie filtra po badaniu, dany przedział czasowy badania jest nieważny. Weryfikację wykonuje się w następujący sposób:

a) w środowisku do stabilizacji cząstek stałych przechowuje się co najmniej dwie próbki nieużywanych nośników do pobierania próbek cząstek stałych. Nośniki te są wykorzystywane jako nośniki odniesienia. Jako nośniki odniesienia stosuje się nieużywane filtry z tego samego materiału i o tej samej wielkości;

b) nośniki odniesienia stabilizuje się w środowisku do stabilizacji cząstek stałych. Uznaje się, że nośniki się ustabilizowały, jeżeli przebywały w środowisku do stabilizacji cząstek stałych przez co najmniej 30 min, a środowisko to znajdowało się w warunkach zgodnych ze specyfikacjami z pkt 9.3.4.4 przez co najmniej 60 poprzedzających minut;

c) wagę wypróbowuje się kilka razy przy użyciu próbki odniesienia bez zapisywania wartości;

d) wagę zeruje się i ustawia się jej zakres pomiarowy. Na wadze umieszcza się odważnik badawczy (np. odważnik wzorcowy), a następnie zdejmuje się odważnik i sprawdza, czy waga powraca do zadowalającego wskazania zera w ciągu normalnego czasu stabilizacji;

e) waży się każdy z nośników odniesienia (np. filtrów) i zapisuje ich masę. Jeżeli proces ważenia powtarza się w celu zwiększenia dokładności i precyzji pomiarów masy nośników odniesienia (np. filtrów) i uzyskuje się normalnie średnie wartości, ten sam proces wykorzystuje się do zmierzenia średnich wartości mas nośników do pobierania próbek (np. filtrów);

f) zapisuje się punkt rosy, temperaturę otoczenia i ciśnienie atmosferyczne dla środowiska wagi;

g) zapisane warunki otoczenia wykorzystuje się do skorygowania wyników pod względem wyporu, jak opisano w pkt 8.1.13.2. Zapisuje się masę każdego z nośników odniesienia skorygowaną o wypór;

h) dla każdego nośnika odniesienia (np. filtra) masę odniesienia skorygowaną o wypór odejmuje się od poprzednio zmierzonej i zapisanej masy skorygowanej o wypór;

i) jeżeli masa któregokolwiek z filtrów odniesienia zmieniła się o więcej niż jest to dozwolone w niniejszej sekcji, unieważnia się wszystkie oznaczenia masy cząstek stałych wykonane od ostatniej pomyślnej walidacji masy nośników odniesienia (np. filtrów). Filtry odniesienia cząstek stałych można odrzucić, jeżeli masa tylko jednego z filtrów zmieniła się o więcej niż dozwoloną wartość i można w sposób niezbity zidentyfikować szczególną przyczynę zmiany masy takiego filtra, która nie ma

▼M2

wpływu na inne filtry używane w procesie. Wtedy walidację można uznać za pomyślną. W takim przypadku zanieczyszczonych nośników odniesienia nie uwzględnia się przy określaniu zgodności z lit. j) niniejszego punktu, a przedmiotowy filtr odniesienia wyrzuca się i wymienia na nowy;

j) jeżeli dowolna z mas odniesienia zmieniła się o więcej niż jest to dozwolone w pkt 8.1.13.1.4, unieważnia się wszystkie wyniki dla cząstek stałych, które uzyskano między danymi dwoma oznaczeniami mas odniesienia. Jeżeli nośnik odniesienia do pobierania próbek cząstek stałych zostanie odrzucony zgodnie z lit. i), musi występować co najmniej jedna różnica mas odniesienia, która spełnia kryteria określone w pkt 8.1.13.1.4. W przeciwnym razie unieważnia się wszystkie wyniki dla cząstek stałych, które uzyskano między danymi dwoma oznaczeniami mas nośników odniesienia (np. filtrów).

8.1.13.2. Korekcja ze względu na wypór filtra do pobierania próbek cząstek stałych

8.1.13.2.1. Uwagi ogólne

Filtr do pobierania próbek cząstek stałych musi być skorygowany ze względu na swój wypór w powietrzu. Korekcja ze względu na wypór zależy od gęstości nośnika do pobierania próbek, gęstości powietrza oraz gęstości odważnika wzorcowego stosowanego do wzorcowania wagi. Korekcja ze względu na wypór nie uwzględnia wyporu samych cząstek stałych, ponieważ masa cząstek stałych stanowi z reguły zaledwie (0,01–0,10) % masy całkowitej. Korekcja dla tak małego ułamka masy wynosiłaby najwyżej 0,010 %. Wartości skorygowane o wypór to masy tary próbek cząstek stałych. Takie wartości skorygowane o wypór pochodzące z ważenia filtra przed badaniem odejmuje się następnie od wartości skorygowanych o wypór pochodzących z ważenia odpowiedniego filtra po badaniu, aby wyznaczyć masę cząstek stałych wydzielonych podczas badania.

8.1.13.2.2. Gęstość filtra do pobierania próbek cząstek stałych

Różne filtry do pobierania próbek cząstek stałych mają różne gęstości. Wykorzystuje się znaną gęstość nośnika do pobierania próbek lub jedną z wartości gęstości dla najczęściej spotykanych nośników, jak niżej:

a) dla szkła borokrzemianowego z powłoką PTFE stosuje się gęstość nośnika do pobierania próbek wynoszącą 2 300 kg/m^3;

b) dla nośników membranowych (błonowych) wykonanych z PTFE z wbudowanym pierścieniowym wspornikiem z polimetylopentenu, który stanowi 95 % masy nośnika, stosuje się gęstość nośnika do pobierania próbek wynoszącą 920 kg/m^3;

c) dla nośników membranowych (błonowych) wykonanych z PTFE z wbudowanym pierścieniowym wspornikiem z PTFE stosuje się gęstość nośnika do pobierania próbek wynoszącą 2 144 kg/m^3.

8.1.13.2.3. Gęstość powietrza

Ponieważ środowisko wagi dla cząstek stałych musi być ściśle regulowane w celu utrzymania temperatury otoczenia wynoszącej 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) i punktu rosy wynoszącego 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C), gęstość powietrza jest przede wszystkim funkcją ciśnienia atmosferycznego. Dlatego przewidziano korekcję ze względu na wypór, która jest tylko funkcją ciśnienia atmosferycznego.

8.1.13.2.4. Gęstość odważnika wzorcowego

Stosuje się podaną gęstość materiału, z jakiego wykonany jest metalowy odważnik wzorcowy.

8.1.13.2.5. Obliczenia korekcji

Filtr do pobierania próbek cząstek stałych należy skorygować ze względu na wypór za pomocą równania (6-27):

▼M2

$$m_{\mathrm{cor}} = m_{\mathrm{uncor}} \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_{weight}}}{1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_{media}}} \right) \quad (6\text{-}27)$$

gdzie:

m_{cor} masa filtra do pobierania próbek cząstek stałych skorygowana ze względu na wypór

m_{uncor} masa filtra do pobierania próbek cząstek stałych nieskorygowana ze względu na wypór

ρ_{air} gęstość powietrza w środowisku wagi

ρ_{weight} gęstość odważnika wzorcowego użytego do ustawienia zakresu pomiarowego wagi

ρ_{media} gęstość filtra do pobierania próbek cząstek stałych

gdzie:

$$\rho_{\mathrm{air}} = \frac{p_{\mathrm{abs}} \cdot M_{\mathrm{mix}}}{R \cdot T_{\mathrm{amb}}} \quad (6\text{-}28)$$

gdzie:

p_{abs} ciśnienie bezwzględne w środowisku wagi

M_{mix} masa molowa powietrza w środowisku wagi

R to stała molowa gazu.

T_{amb} temperatura bezwzględna otoczenia w środowisku wagi

▼B

8.2. Walidacja przyrządów do badania

8.2.1. Walidacja sterowania przepływu proporcjonalnego do okresowego pobierania próbek oraz walidacja minimalnego stosunku rozcieńczenia do okresowego pobierania próbek cząstek stałych

8.2.1.1. Kryteria proporcjonalności dla CVS

8.2.1.1.1. Przepływy proporcjonalne

W odniesieniu do dowolnej pary przepływomierzy zarejestrowane natężenia przepływu próbki i przepływu całkowitego lub ich wartości średnie dla 1 Hz wykorzystuje się do obliczeń statystycznych w załączniku VII dodatek 3. Wyznacza się odchylenie standardowe reszt *SEE* natężenia przepływu próbki w zależności od natężenia przepływu całkowitego. Dla każdego przedziału czasowego badania wykazuje się, że *SEE* nie przekraczał 3,5 % średniego natężenia przepływu próbki.

8.2.1.1.2. Przepływy stałe

W odniesieniu do dowolnej pary przepływomierzy zarejestrowane natężenia przepływu próbki i przepływu całkowitego lub ich wartości średnie dla 1 Hz wykorzystuje się do wykazania, że każde natężenie przepływu było stałe w odniesieniu do swojej odpowiedniej średniej lub docelowej wartości przepływu z dokładnością do ±2,5 %. Można zastosować następujące opcje zamiast zapisywania odpowiednich natężeń przepływu dla każdego typu przepływomierza:

a) opcja z wykorzystaniem zwężki Venturiego o przepływie krytycznym. W przypadku zwężek Venturiego o przepływie krytycznym wykorzystuje się zarejestrowane warunki na wlocie zwężki lub ich wartości średnie dla 1 Hz. Wykazuje się, że w każdym przedziale czasowym badania gęstość przepływu na wlocie zwężki Venturiego była stała w odniesieniu do odpowiedniej średniej lub docelowej gęstości z dokładnością do ±2,5 %.

▼B

W przypadku zwężki Venturiego o przepływie krytycznym w CVS można to osiągnąć przez wykazanie, że w każdym przedziale czasowym badania temperatura bezwzględna na wlocie zwężki była stała w odniesieniu do odpowiedniej średniej lub docelowej temperatury bezwzględnej z dokładnością do ±4 %;

b) opcja z wykorzystaniem pompy wyporowej. Wykorzystuje się zarejestrowane warunki na wlocie pompy lub ich wartości średnie dla 1 Hz. Wykazuje się, że w każdym przedziale czasowym badania gęstość przepływu na wlocie pompy była stała w odniesieniu do odpowiedniej średniej lub docelowej gęstości z dokładnością do ±2,5 %. W przypadku pompy w CVS można to osiągnąć przez wykazanie, że w każdym przedziale czasowym badania temperatura bezwzględna na wlocie pompy była stała w odniesieniu do odpowiedniej średniej lub docelowej temperatury bezwzględnej z dokładnością do ±2 %.

8.2.1.1.3. Wykazanie proporcjonalnego pobierania próbek

W odniesieniu do każdej proporcjonalnej próbki pobieranej okresowo, takiej jak próbka z worka do pobierania próbek lub filtra do pobierania próbek cząstek stałych, należy przy pomocy jednej z poniższych metod wykazać, że zastosowano proporcjonalne pobieranie próbek, przy czym do 5 % całkowitej liczby punktów danych można pominąć jako wartości oddalone.

W oparciu o właściwą ocenę techniczną należy wykazać, że układ sterowania przepływem proporcjonalnym we właściwy sobie sposób zapewnia proporcjonalne pobieranie próbek we wszystkich okolicznościach przewidywanych podczas badań. Na przykład CFV mogą być stosowane zarówno do przepływu próbki, jak i przepływu całkowitego, jeżeli wykaże się, że zawsze mają takie same wartości ciśnienia i temperatury na wlocie i zawsze działają w warunkach przepływu krytycznego.

Wyznacza się minimalny stosunek rozcieńczenia dla okresowego pobierania próbek cząstek stałych w danym przedziale czasowym badania, w oparciu o zmierzone lub obliczone natężenia przepływu lub stężenia gazów znakujących (np. CO_2).

8.2.1.2. Walidacja układu rozcieńczania przepływu częściowego

Aby układ sterujący rozcieńczania przepływu częściowego mógł pobierać proporcjonalną próbkę spalin nierozcieńczonych, konieczny jest system o krótkim czasie odpowiedzi; określa się to na podstawie szybkości odpowiedzi układu rozcieńczania przepływu częściowego. Czas przekształcenia układu ustala się zgodnie z procedurą określoną w pkt 8.1.8.6.3.2. Rzeczywiste sterowanie układu rozcieńczania przepływu częściowego opiera się na warunkach mierzonych na bieżąco. Jeżeli połączony czas przekształcenia pomiaru przepływu spalin i układu rozcieńczania przepływu częściowego wynosi ≤ 0,3 s, stosuje się sterowanie w trybie bezpośrednim (online). Jeżeli czas przekształcenia przekracza 0,3 s, stosuje się sterowanie antycypacyjne opierające się na uprzednio zarejestrowanym przebiegu próbnym. W takim przypadku połączony czas narastania powinien wynosić ≤ 1 s, a połączone opóźnienie ≤ 10 s. Łączną odpowiedź układu należy zaprojektować tak, aby zapewnić pobranie próbki cząstek stałych, $q_{mp,i}$ (przepływ próbki gazów spalinowych do układu rozcieńczania przepływu częściowego), proporcjonalnej do masowego przepływu gazów spalinowych. Aby ustalić proporcjonalność, należy przeprowadzić analizę regresji $q_{mp,i}$ względem $q_{mew,i}$ (masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym) przy minimalnej częstotliwości pozyskiwania danych 5 Hz, przy spełnieniu następujących kryteriów:

a) współczynnik korelacji r^2 regresji liniowej między $q_{mp,i}$ a $q_{mew,i}$ nie może wynosić mniej niż 0,95;

b) odchylenie standardowe reszt $q_{mp,i}$ dla $q_{mew,i}$ nie powinno przekraczać 5 % maksymalnej wartości dla q_{mp};

c) rzędna punktu przecięcia linii regresji z q_{mp} nie może się różnić od maksymalnej wartości q_{mp} o więcej niż ±2 %.

▼B

Sterowanie antycypacyjne jest wymagane, jeżeli połączone czasy przekształcenia układu próbkowania cząstek stałych $t_{50,P}$ i sygnału masowego przepływu spalin $t_{50,F}$ przekraczają 0,3 s. W takim przypadku należy przeprowadzić badanie wstępne, a sygnał masowego przepływu spalin z badania wstępnego wykorzystać do sterowania przepływem próbek do układu próbkowania cząstek stałych. Uzyskano odpowiednie sterowanie układem rozcieńczania przepływu częściowego, jeżeli przebieg czasowy $q_{mew,pre}$ z badania wstępnego, który steruje q_{mp}, jest przesunięty o czas „antycypowany" $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Do ustalenia współzależności między $q_{mp,i}$ i $q_{mew,i}$ wykorzystuje się dane uzyskane podczas badania właściwego, przy czym $q_{mew,i}$ zestraja się czasowo o $t_{50,F}$ względem $q_{mp,i}$ (brak udziału $t_{50,P}$ w zestrajaniu czasu). Przesunięcie czasowe między q_{mew} a q_{mp} jest różnicą ich czasów przekształcenia, wyznaczonych w pkt 8.1.8.6.3.2.

8.2.2. Walidacja zakresu analizatora gazowego, walidacja pełzania i korekcja pełzania

8.2.2.1. Walidacja zakresu

Jeżeli w dowolnym punkcie badania analizator pracuje powyżej 100 % swojego zakresu, należy wykonać następujące czynności:

8.2.2.1.1. Okresowe pobieranie próbek

W przypadku pobierania okresowego próbkę poddaje się ponownej analizie przy użyciu najniższego zakresu analizatora, który pozwala na uzyskanie maksymalnej odpowiedzi przyrządów mieszczącej się poniżej 100 %. Wynik dla całego badania podaje się dla najniższego zakresu, przy którym analizator pracuje poniżej 100 % swojego zakresu.

8.2.2.1.2. Ciągłe pobieranie próbek

W przypadku ciągłego pobierania próbek całe badanie należy powtórzyć z wykorzystaniem następnego wyższego zakresu analizatora. Jeżeli analizator nadal pracuje powyżej 100 % swojego zakresu, badanie należy powtórzyć z wykorzystaniem następnego wyższego zakresu. Badanie powtarza się dopóty, dopóki analizator nie będzie pracować poniżej 100 % swojego zakresu przez cały czas trwania badania.

8.2.2.2. Walidacja i korekcja pełzania

Jeżeli pełzanie mieści się w granicach ±1 %, dane można przyjąć bez korekcji lub po zastosowaniu korekcji. Jeżeli pełzanie jest większe niż ±1 %, dla każdego zanieczyszczenia o jednostkowej wartości granicznej i dla CO_2 oblicza się dwa zbiory wyników emisji jednostkowych lub badanie uznaje się za nieważne. Jeden zbiór oblicza się z wykorzystaniem danych przed korekcją pełzania, a w drugim wszystkie dane do obliczeń koryguje się o błąd pełzania zgodnie z załącznikiem VII pkt 2.6 i z dodatkiem 1 do załącznika VII. Określa się stosunek procentowy wyników skorygowanych do nieskorygowanych. Różnica między nieskorygowanymi i skorygowanymi wartościami emisji jednostkowych nie może być większa niż ±4 % nieskorygowanych wartości emisji jednostkowych lub wartości granicznej emisji w zależności od tego, która z tych wartości jest większa. W przeciwnym razie całe badanie zostaje unieważnione.

8.2.3. Kondycjonowanie wstępne i ważenie tary nośników do pobierania próbek cząstek stałych (np. filtrów)

Przed badaniem emisji należy wykonać następujące czynności, aby przygotować materiały filtracyjne i sprzęt do pobierania próbek cząstek stałych:

▼B

8.2.3.1. Weryfikacje okresowe

Należy dopilnować, aby środowisko wagi i środowisko do stabilizacji cząstek stałych spełniały kryteria weryfikacji okresowych określone w pkt 8.1.12. Filtr odniesienia waży się tuż przed ważeniem filtrów do badania, aby określić odpowiedni punkt odniesienia (zob. szczegóły procedury w pkt 8.1.12.1). Weryfikację stabilności filtrów odniesienia wykonuje się po okresie stabilizacji następującym po przeprowadzeniu badania, bezpośrednio przed ważeniem po badaniu.

8.2.3.2. Oględziny

Nieużywane materiały filtracyjne poddaje się oględzinom pod kątem wad i odrzuca się wadliwe filtry.

8.2.3.3. Uziemienie

Filtry cząstek stałych przenosi się przy użyciu elektrycznie uziemionej pincety lub stosuje się przewód uziemiający, jak opisano w pkt 9.3.4.

8.2.3.4. Nieużywane nośniki do pobierania próbek

Nieużywane nośniki do pobierania próbek umieszcza się w pojemniku lub pojemnikach, które są otwarte na środowisko do stabilizacji cząstek stałych. Jeżeli filtry są używane, można je umieścić w dolnej połowie kasety filtra.

8.2.3.5. Stabilizacja

Nośniki do pobierania próbek stabilizuje się w środowisku do stabilizacji cząstek stałych. Nieużywany nośnik do pobierania próbek uznaje się za ustabilizowany, jeżeli przebywał w środowisku do stabilizacji cząstek stałych przez co najmniej 30 min, a środowisko to znajdowało się w warunkach zgodnych ze specyfikacjami z pkt 9.3.4. ►**M2** Jeżeli przewiduje się jednak, że masa cząstek stałych będzie wynosić co najmniej 400 μg, nośnik do pobierania próbek stabilizuje się przez co najmniej 60 min. ◄

8.2.3.6. Ważenie

Nośniki do pobierania próbek waży się automatycznie lub ręcznie w następujący sposób:

a) w przypadku ważenia automatycznego próbki do ważenia należy przygotować zgodnie z instrukcjami producenta systemu zautomatyzowanego; przygotowania mogą obejmować umieszczenie próbek w specjalnym pojemniku;

b) w przypadku ważenia ręcznego postępuje się zgodnie z właściwą oceną techniczną;

c) opcjonalnie dopuszczalne jest ważenie metodą tary (zob. pkt 8.2.3.10);

d) po zważeniu filtr przenosi się z powrotem do szalki Petriego i nakrywa.

8.2.3.7. Korekcja ze względu na wypór

Zmierzoną masę należy skorygować pod względem wyporu, jak opisano w pkt 8.1.13.2.

8.2.3.8. Powtórzenia

W oparciu o właściwą ocenę techniczną pomiary masy filtrów można powtarzać w celu wyznaczenia średniej masy filtra i wykluczenia wartości oddalonych z obliczeń średniej.

▼B

8.2.3.9. Tarowanie

Nieużywane filtry, których tara została zważona, umieszcza się w czystych kasetach filtrów, a załadowane kasety umieszcza się w zakrytym lub szczelnie zamkniętym pojemniku przed przeniesieniem ich na stanowisko badawcze do celów próbkowania.

8.2.3.10. Ważenie metodą tary

Ważenie metodą tary jest dopuszczalną opcją i o ile jest stosowane, obejmuje pomiar odważnika odniesienia przed każdym ważeniem nośnika do pobierania próbek cząstek stałych (np. filtra) i po każdym ważeniu takiego nośnika. Chociaż ważenie metodą tary wymaga większej liczby pomiarów, zapewnia korekcję błędu pełzania zera wagi i zależy od liniowości wskazań wagi tylko w małym zakresie. Metoda ta jest najodpowiedniejsza przy oznaczaniu ilościowym masy całkowitej cząstek stałych, która wynosi mniej niż 0,1 % masy samego nośnika do pobierania próbek. Metoda ta może być jednak niewłaściwa, jeżeli masa całkowita cząstek stałych przekracza 1 % masy samego nośnika do pobierania próbek. Jeżeli stosuje się ważenie metodą tary, należy je stosować zarówno do ważenia przed badaniem, jak i po badaniu. Ten sam odważnik balastowy należy stosować zarówno przed badaniem, jak i po badaniu. Masę odważnika balastowego należy skorygować pod względem wyporu, jeżeli gęstość odważnika balastowego jest mniejsza niż 2,0 g/cm^3. Następujące czynności stanowią przykład ważenia metodą tary:

a) używa się elektrycznie uziemionej pincety lub stosuje przewód uziemiający, jak opisano w pkt 9.3.4.6;

b) używa się neutralizatora ładunków statycznych, jak opisano w pkt 9.3.4.6, aby ograniczyć ładunki elektrostatyczne na wszelkich obiektach przed umieszczeniem ich na szalce wagi;

c) dobiera się odważnik balastowy, który spełnia wymagania podane w pkt 9.5.2 dla odważników wzorcowych. Odważnik balastowy musi też mieć tę samą gęstość co odważnik używany do ustawiania zakresu pomiarowego mikrowagi i musi być zbliżony pod względem masy do nieużywanego nośnika do pobierania próbek (np. filtra). Jeżeli stosowane są filtry, masa odważnika powinna wynosić około (80–100) mg dla typowych filtrów o średnicy 47 mm;

d) zapisuje się ustalony odczyt wagi i zdejmuje odważnik wzorcowy;

e) waży się nieużywany nośnik do pobierania próbek (np. nowy filtr), zapisuje ustalony odczyt wagi oraz punkt rosy, temperaturę otoczenia i ciśnienie atmosferyczne dla środowiska wagi;

f) ponownie waży się odważnik wzorcowy i zapisuje ustalony odczyt wagi;

g) oblicza się średnią arytmetyczną z dwóch odczytów masy odważnika wzorcującego, które zarejestrowano bezpośrednio przed ważeniem i po ważeniu nieużywanego nośnika. Taką wartość średnią odejmuje się od zmierzonej masy nieużywanego nośnika, a następnie dodaje się rzeczywistą masę odważnika wzorcującego podaną na świadectwie odważnika. Otrzymany wynik należy zapisać. Jest to tara nieużywanego nośnika bez korekcji ze względu na wypór;

h) wyżej wymienione etapy ważenia metodą tary powtarza się dla pozostałych nieużywanych nośników do pobierania próbek;

i) po zakończeniu ważenia wykonuje się czynności opisane w pkt 8.2.3.7–8.2.3.9.

▼B

8.2.4. Kondycjonowanie i ważenie próbek cząstek stałych po badaniu

Po użyciu filtry do pobierania próbek cząstek stałych umieszcza się w przykrytym lub uszczelnionym pojemniku bądź zamyka się obsadki filtra, aby zabezpieczyć filtry do pobierania próbek przed otaczającymi zanieczyszczeniami. Zabezpieczone w ten sposób filtry z ładunkiem umieszcza się z powrotem w komorze lub pomieszczeniu do kondycjonowania filtrów cząstek stałych. Następnie filtry do pobierania próbek cząstek stałych kondycjonuje się i waży.

8.2.4.1. Weryfikacja okresowa

Należy dopilnować, aby środowiska do ważenia i stabilizacji cząstek stałych spełniały kryteria weryfikacji okresowych określone w pkt 8.1.13.1. Po zakończeniu badań filtry umieszcza się z powrotem w środowisku do ważenia i stabilizacji cząstek stałych. Środowisko do ważenia i stabilizacji cząstek stałych musi spełniać warunki otoczenia określone w pkt 9.3.4.4; w przeciwnym razie filtry z badania muszą pozostać zakryte do chwili osiągnięcia odpowiednich warunków.

8.2.4.2. Wyjmowanie ze szczelnie zamkniętych pojemników

W środowisku do stabilizacji cząstek stałych próbki cząstek stałych wyjmuje się ze szczelnie zamkniętych pojemników. Filtry można wyjąć z kaset przed stabilizacją lub po. Przy wyjmowaniu filtra z kasety górną połowę kasety należy oddzielić od dolnej za pomocą specjalnego narzędzia do rozdzielania kaset.

8.2.4.3. Uziemienie elektryczne

Próbki cząstek stałych przenosi się przy użyciu elektrycznie uziemionej pincety lub stosuje się przewód uziemiający, jak opisano w pkt 9.3.4.5.

8.2.4.4. Oględziny

Zebrane próbki cząstek stałych i materiały filtracyjne poddaje się oględzinom. Jeżeli filtr lub zebrana próbka cząstek stałych są w złym stanie lub próbka cząstek stałych styka się z powierzchniami innymi niż sam filtr, takiej próbki nie można użyć do oznaczania wielkości emisji cząstek stałych. W przypadku kontaktu z inną powierzchnią taką powierzchnię należy wyczyścić przed dalszym postępowaniem.

8.2.4.5. Stabilizacja próbek cząstek stałych

Aby ustabilizować próbki cząstek stałych, umieszcza się w je pojemniku lub pojemnikach, które są otwarte na środowisko do stabilizacji cząstek stałych opisane w pkt 9.3.4.3. Próbkę cząstek stałych uznaje się za ustabilizowaną, jeżeli przebywała w środowisku do stabilizacji cząstek stałych przez czas określony poniżej, a środowisko to znajdowało się wówczas w warunkach zgodnych ze specyfikacjami z pkt 9.3.4.3:

a) jeżeli przewiduje się, że całkowite stężenie powierzchniowe cząstek stałych na filtrze będzie większe niż 0,353 μg/mm^2, zakładając obciążenie równe 400 μg na powierzchnię barwienia filtra o średnicy 38 mm, filtr musi być wystawiony na działanie środowiska do stabilizacji przez co najmniej 60 minut przed ważeniem;

b) jeżeli przewiduje się, że całkowite stężenie powierzchniowe cząstek stałych na filtrze będzie mniejsze niż 0,353 μg/mm^2, filtr musi być wystawiony na działanie środowiska do stabilizacji przez co najmniej 30 minut przed ważeniem;

c) jeżeli przewidywane całkowite stężenie powierzchniowe cząstek stałych na filtrze jest nieznane, filtr musi być wystawiony na działanie środowiska do stabilizacji przez co najmniej 60 minut przed ważeniem.

▼B

8.2.4.6. Oznaczanie masy filtra po badaniu

W celu oznaczenia masy filtra po badaniu powtarza się czynności z pkt 8.2.3 (pkt 8.2.3.6–8.2.3.9).

8.2.4.7. Masa całkowita

Od każdej masy filtra po badaniu skorygowanej pod względem wyporu odejmuje się odpowiednią tarę filtra skorygowaną pod względem wyporu. Otrzymany wynik to masa całkowita m_{total}, którą wykorzystuje się do obliczeń emisji w załączniku VII.

9. **Urządzenia pomiarowe**

9.1. Specyfikacje hamulca dynamometrycznego silnika

9.1.1. Praca na wale

Używa się hamulca dynamometrycznego silnika, którego charakterystyka pozwala na przeprowadzenie odpowiedniego cyklu pracy, włącznie ze spełnieniem odpowiednich kryteriów walidacji cyklu. Można stosować następujące hamulce dynamometryczne:

a) hamulce dynamometryczne wiroprądowe lub wodne;

b) hamulce dynamometryczne napędzające prądu przemiennego lub stałego;

c) jeden lub więcej hamulców dynamometrycznych.

9.1.2. Cykle badania w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)

Do pomiarów momentu obrotowego można zastosować tensometr lub szeregowy miernik momentu obrotowego.

Przy zastosowaniu tensometru sygnał momentu obrotowego przenoszony jest na oś silnika i należy uwzględnić bezwładność hamulca dynamometrycznego. Rzeczywisty moment obrotowy silnika to moment odczytany na tensometrze powiększony o moment bezwładności hamulca pomnożony przez przyśpieszenie kątowe. Układ sterowania musi wykonywać te obliczenia w czasie rzeczywistym.

9.1.3. Osprzęt silnika

Należy uwzględnić pracę osprzętu silnika, który jest niezbędny do zasilania silnika w paliwo, smarowania, grzania, zapewnienia obiegu cieczy chłodzącej w silniku lub działania układu wtórnej obróbki spalin; taki osprzęt musi być zainstalowany zgodnie z pkt 6.3.

9.1.4. Mocowanie silnika i układ wału napędowego (kategoria NRSh)

Jeżeli jest to konieczne do właściwego przeprowadzenia badania silnika kategorii NRSh, stosuje się określone przez producenta mocowanie silnika do badania na stanowisku badawczym i układ wału napędowego do połączenia z obrotowym układem dynamometrycznym.

9.2. Procedura rozcieńczania (jeżeli dotyczy)

9.2.1. Warunki dotyczące rozcieńczalnika i stężeń tła

Składniki gazowe mogą być mierzone w postaci nierozcieńczonej lub rozcieńczonej, natomiast pomiar cząstek stałych z reguły wymaga rozcieńczenia. Rozcieńczanie można przeprowadzić za pomocą układu rozcieńczania przepływu całkowitego lub układu rozcieńczania przepływu częściowego. W przypadku rozcieńczania gazy spalinowe mogą być rozcieńczane przy użyciu powietrza atmosferycznego, powietrza syntetycznego lub azotu. W przypadku pomiaru emisji gazowych rozcieńczalnik musi mieć temperaturę co najmniej 288 K (15 °C). W przypadku pobierania próbek cząstek stałych temperatura rozcieńczalnika została określona w pkt 9.2.2 dla CVS i w pkt 9.2.3 dla PFD ze zmiennym stosunkiem rozcieńczenia. Przepustowość układu rozcieńczania musi być wystarczająco duża, aby całkowicie wyeliminować skraplanie się wody w układach pobierania próbek i rozcieńczania. Dopuszcza się osuszanie powietrza

▼B

rozcieńczającego przed wprowadzeniem go do układu rozcieńczania, jeżeli wilgotność powietrza jest duża. Ściany tunelu rozcieńczającego mogą być ogrzewane lub izolowane, podobnie jak przewody strumienia masowego za tunelem (w kierunku przepływu), aby zapobiec przechodzeniu składników zawierających wodę ze stanu lotnego do stanu ciekłego („skraplanie w postaci roztworów wodnych”).

Przed zmieszaniem ze spalinami rozcieńczalnik można poddać kondycjonowaniu wstępnemu poprzez zwiększenie lub zmniejszenie jego temperatury lub wilgotności. Można również usunąć niektóre składniki rozcieńczalnika, aby zmniejszyć ich stężenie tła. W odniesieniu do usuwania składników i uwzględniania stężeń tła stosuje się następujące postanowienia:

a) stężenia składników rozcieńczalnika można zmierzyć w celu kompensacji wpływu stężenia tła na wyniki badań. Obliczenia dotyczące kompensacji ze względu na stężenie tła znajdują się w załączniku VII;

b) do celów pomiaru zanieczyszczeń gazowych lub pyłowych zawartych w tle dozwolone są następujące zmiany w wymogach określonych w sekcjach 7.2, 9.3 i 9.4:

   (i) nie jest wymagane proporcjonalne pobieranie próbek;

   (ii) można wykorzystać nieogrzewane układy pobierania próbek;

   (iii) ciągłe pobieranie próbek można stosować niezależnie od stosowania okresowego pobierania próbek w przypadku emisji rozcieńczonych;

   (iv) okresowe pobieranie próbek można stosować niezależnie od stosowania ciągłego pobierania próbek w przypadku emisji rozcieńczonych;

c) aby uwzględnić cząstki stałe w tle, można zastosować następujące opcje:

▼M2

   (i) w celu usunięcia cząstek stałych z tła rozcieńczalnik przefiltrowuje się przez wysokosprawny filtr powietrza (HEPA) o minimalnej początkowej wydajności zbierania wynoszącej 99,97 % (procedury związane z wydajnością filtracji HEPA znajdują się w art. 1 ust. 19);

▼B

   (ii) aby móc zastosować poprawkę ze względu na stężenie cząstek stałych w tle bez stosowania filtracji HEPA, stężenie tła cząstek stałych nie może stanowić więcej niż 50 % masy netto cząstek stałych zebranych na filtrze do pobierania próbek;

   (iii) przy stosowaniu filtracji HEPA masę netto cząstek stałych można korygować o stężenie tła bez ograniczenia ciśnienia.

9.2.2. Układ rozcieńczania przepływu całkowitego

Rozcieńczanie przepływu całkowitego; próbkowanie przy zachowaniu stałej objętości przepływu (CVS). Przepływ całkowity spalin nierozcieńczonych jest rozcieńczany w tunelu rozcieńczającym. Może być utrzymywany stały przepływ poprzez utrzymywanie temperatury i ciśnienia w przepływomierzu w określonych granicach. W przypadku przepływu zmiennego przepływ mierzy się bezpośrednio, aby umożliwić proporcjonalne pobieranie próbek. Układ musi być zaprojektowany w następujący sposób (zob. rysunek 6.6):

a) stosuje się tunel o powierzchniach wewnętrznych ze stali nierdzewnej. Cały tunel rozcieńczający musi być uziemiony elektrycznie. W przypadku kategorii silników niepodlegających limitom dotyczącym cząstek stałych lub liczby cząstek stałych można zastosować alternatywnie materiały nieprzewodzące elektryczności;

▼B

b) przeciwciśnienie spalin nie może być sztucznie obniżane przez układ dolotowy powietrza rozcieńczającego. Ciśnienie statyczne w miejscu wprowadzania spalin nierozcieńczonych do tunelu musi być utrzymywane w granicach ciśnienia atmosferycznego ±1,2 kPa;

c) aby ułatwić mieszanie, spaliny nierozcieńczone wprowadza się do tunelu w kierunku przepływu wzdłuż linii środkowej tunelu. Część powietrza rozcieńczającego może być wprowadzana promieniowo od wewnętrznej powierzchni tunelu, aby ograniczyć wzajemne oddziaływanie spalin ze ścianami tunelu;

d) rozcieńczalnik. W przypadku pobierania próbek cząstek stałych temperatura rozcieńczalników (powietrza atmosferycznego, powietrza syntetycznego lub azotu, zgodnie z pkt 9.2.1) w pobliżu wejścia do tunelu rozcieńczającego musi być utrzymywana w granicach od 293 K do 325 K (20–52 °C);

e) liczba Reynoldsa *Re* dla strumienia rozcieńczonych gazów spalinowych musi wynosić co najmniej 4 000, gdzie *Re* opiera się na wewnętrznej średnicy tunelu rozcieńczającego. Liczba *Re* została określona w załączniku VII. Odpowiednie zmieszanie sprawdza się poprzez przesuwanie sondy do próbkowania wzdłuż średnicy tunelu, w kierunku pionowym i poziomym. Jeżeli odpowiedź analizatora wskazuje na odchylenia większe niż ±2 % średniego zmierzonego stężenia, należy zwiększyć natężenie przepływu w CVS lub zamontować płytkę rozdzielczą lub kryzę w celu poprawy mieszania;

f) kondycjonowanie wstępne przed pomiarem przepływu. Przed wykonaniem pomiaru przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych można je poddać kondycjonowaniu wstępnemu, pod warunkiem że następuje to za ogrzewanymi sondami do pobierania próbek HC lub cząstek stałych (w kierunku przepływu), w następujący sposób:

   (i) można zastosować urządzenie do prostowania przepływu lub urządzenie do tłumienia pulsacji, bądź oba;

   (ii) można zastosować filtr;

   (iii) można zastosować wymiennik ciepła w celu regulacji temperatury przed przepływomierzem (w kierunku przeciwnym do przepływu), ale należy zastosować kroki w celu wyeliminowania skraplania w postaci roztworów wodnych;

g) skraplanie w postaci roztworów wodnych. Skraplanie w postaci roztworów wodnych jest funkcją wilgotności, ciśnienia, temperatury i stężeń innych składników, takich jak kwas siarkowy. Parametry te zmieniają się w zależności od wilgotności powietrza wlotowego do silnika, wilgotności powietrza rozcieńczającego, stosunku powietrza do paliwa danego silnika oraz składu paliwa, w tym ilości wodoru i siarki w paliwie.

   Aby zmierzony przepływ odpowiadał zmierzonemu stężeniu, należy uniemożliwić skraplanie w postaci roztworów wodnych między sondą do pobierania próbek a wlotem przepływomierza w tunelu rozcieńczającym lub też umożliwić skraplanie w postaci roztworów wodnych i zmierzyć wilgotność gazu na wlocie do przepływomierza. Ściany tunelu rozcieńczającego lub przewody strumienia masowego za tunelem (w kierunku przepływu) mogą być ogrzewane lub izolowane, aby zapobiec skraplaniu w postaci roztworów wodnych. Skraplanie w postaci roztworów wodnych należy wyeliminować w całym tunelu rozcieńczającym. Niektóre składniki spalin mogą zostać rozcieńczone lub usunięte na skutek obecności wody.

▼M2

W przypadku próbkowania cząstek stałych już proporcjonalny przepływ pochodzący z CVS przechodzi przez układ rozcieńczania wtórnego (jedno- lub wielokrotnego) w celu uzyskania pożądanego całkowitego stosunku rozcieńczenia, jak pokazano na rys. 6.7 i opisano w pkt 9.2.3.2;

▼B

h) minimalny całkowity stosunek rozcieńczenia musi wynosić od 5:1 do 7:1 oraz co najmniej 2:1 na etapie pierwotnego rozcieńczania w odniesieniu do maksymalnego natężenia przepływu spalin z silnika podczas danego cyklu badania lub przedziału czasowego badania;

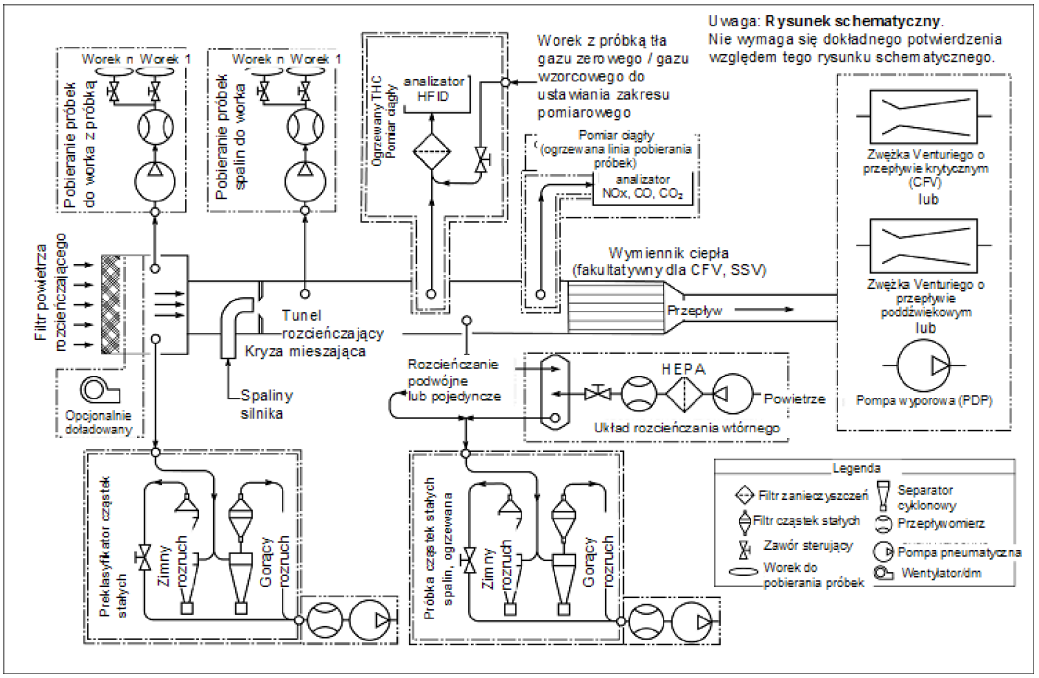
i) całkowity czas przebywania w układzie od punktu wprowadzenia rozcieńczalnika do punktu obsadek filtra musi wynosić 0,5–5 sekund;

j) czas przebywania w układzie rozcieńczania wtórnego, jeżeli występuje, mierzony od punktu wprowadzenia rozcieńczalnika wtórnego do punktu obsadek filtra, musi wynosić co najmniej 0,5 sekundy.

Do oznaczenia masy cząstek stałych niezbędny jest układ pobierania próbek cząstek stałych, filtr do pobierania próbek cząstek stałych, waga grawimetryczna oraz komora wagowa z regulacją temperatury i wilgotności.

Rysunek 6.6

Przykłady konfiguracji układu pobierania próbek z rozcieńczaniem przepływu całkowitego



9.2.3. Układ rozcieńczania przepływu częściowego (PFD)

9.2.3.1. Opis układu rozcieńczania przepływu częściowego

Schemat PFD przedstawiono na rysunku 6.7. Jest to ogólny schemat pokazujący zasadę pobierania próbek, rozcieńczania i próbkowania cząstek stałych. Schemat ten nie oznacza, że wszystkie przedstawione na nim elementy są niezbędne w przypadku innych możliwych układów pobierania próbek, które spełniają cel polegający na zbieraniu próbek. Inne konfiguracje niezgodne z poniższym schematem są dozwolone, o ile służą temu samemu celowi polegającemu na pobieraniu próbek, rozcieńczaniu i próbkowaniu cząstek stałych. ►**M2** Takie konfiguracje muszą spełniać pozostałe kryteria, takie jak określone w pkt 8.1.8.6 (kalibracja okresowa) i w pkt 8.2.1.2 (walidacja) dla PFD o zmiennym rozcieńczeniu, a także w pkt 8.1.4.5 i tabeli 6.5 (weryfikacja liniowości) oraz pkt 8.1.8.5.7 (weryfikacja) dla PFD o stałym rozcieńczeniu. ◄

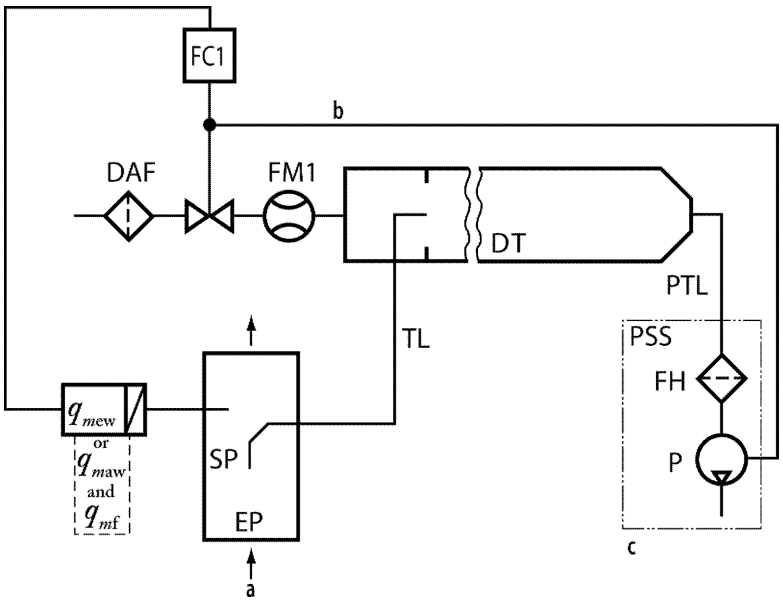
▼B

Jak pokazano na rysunku 6.7, nierozcieńczone gazy spalinowe lub przepływ pierwotnie rozcieńczony przesyłane są z, odpowiednio, rury wydechowej EP lub CVS do tunelu rozcieńczającego DT poprzez sondę do próbkowania SP i linię przesyłową TL. Całkowity przepływ przez tunel ustawiany jest przez regulator przepływu i pompę pobierania próbek P układu pobierania próbek cząstek stałych (PSS). W przypadku proporcjonalnego pobierania próbek spalin nierozcieńczonych przepływ powietrza rozcieńczającego jest sterowany przez regulator przepływu FC1, który może wykorzystywać q_{mew} (masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym) lub q_{maw} (masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie mokrym) i q_{mf} (masowe natężenie przepływu paliwa) jako sygnały sterujące do uzyskania wymaganego rozdziału spalin. Przepływ próbki do tunelu rozcieńczającego DT jest różnicą pomiędzy wielkością całkowitego przepływu i przepływem powietrza rozcieńczającego. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest mierzone przez urządzenie do pomiaru przepływu FM1, a całkowite natężenie przepływu – przez urządzenie pomiaru przepływu w układzie pobierania próbek cząstek stałych. Stosunek rozcieńczenia oblicza się na podstawie wartości tych dwóch natężeń przepływu. W przypadku próbkowania ze stałym stosunkiem rozcieńczenia nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazów spalinowych w odniesieniu do przepływu gazów spalinowych (np. rozcieńczenie wtórne do celów pobierania próbek cząstek stałych) natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest z reguły stałe i sterowane przez regulator przepływu FC1 lub pompę powietrza rozcieńczającego.

Powietrze rozcieńczające (powietrze atmosferyczne, powietrze syntetyczne lub azot) filtruje się za pomocą wysokosprawnego filtra do usuwania cząstek stałych z powietrza (HEPA).

Rysunek 6.7

Schemat układu rozcieńczania przepływu częściowego (z pobieraniem próbek z całego przepływu rozcieńczonego)



a = spaliny z silnika lub pierwotny przepływ rozcieńczony

b = opcjonalnie

c = pobieranie próbek cząstek stałych

Oznaczenia na rysunku 6.7:

DAF: filtr powietrza rozcieńczającego

DT: tunel rozcieńczający lub układ rozcieńczania wtórnego

EP: rura wydechowa lub układ rozcieńczania pierwotnego

▼B

FC1: regulator przepływu

FH: obsadka filtra

FM1: urządzenie do pomiaru natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego

P: pompa próbkująca

PSS: układ pobierania próbek cząstek stałych

PTL: linia przesyłu cząstek stałych

SP: sonda do próbkowania nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazów spalinowych

TL: linia przesyłowa

Masowe natężenia przepływu mające zastosowanie tylko do PFD z proporcjonalnym próbkowaniem spalin nierozcieńczonych:

q_{mew} masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym

q_{maw} masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie mokrym

q_{mf} masowe natężenie przepływu paliwa

9.2.3.2. Rozcieńczanie

Temperatura rozcieńczalników (powietrza atmosferycznego, powietrza syntetycznego lub azotu, zgodnie z pkt 9.2.1) w pobliżu wejścia do tunelu rozcieńczającego musi być utrzymywana w granicach od 293 K do 325 K (20–52 °C).

Dopuszcza się odwilżanie powietrza rozcieńczającego przed wprowadzeniem go do układu rozcieńczania. Układ rozcieńczania przepływu częściowego musi być zaprojektowany w taki sposób, aby pobierał proporcjonalną próbkę spalin nierozcieńczonych ze strumienia spalin z silnika, reagując tym samym na skoki natężenia przepływu strumienia spalin, oraz kierował do takiej próbki powietrze rozcieńczające w celu osiągnięcia na filtrze badawczym temperatury określonej w pkt 9.3.3.4.3. Do tego celu niezbędne jest określenie takiego stosunku rozcieńczenia, aby spełnić wymagania dokładności zawarte w pkt 8.1.8.6.1.

Aby zmierzony przepływ odpowiadał zmierzonemu stężeniu, należy uniemożliwić skraplanie w postaci roztworów wodnych między sondą do pobierania próbek a wlotem przepływomierza w tunelu rozcieńczającym lub też umożliwić skraplanie w postaci roztworów wodnych i zmierzyć wilgotność gazu na wlocie do przepływomierza. Układ PFD może być ogrzewany lub izolowany, aby zapobiec skraplaniu w postaci roztworów wodnych. Skraplanie w postaci roztworów wodnych należy wyeliminować w całym tunelu rozcieńczającym.

Minimalny stosunek rozcieńczenia musi wynosić od 5:1 do 7:1 w odniesieniu do maksymalnego natężenia przepływu spalin z silnika podczas danego cyklu badania lub przedziału czasowego badania.

Czas przebywania w układzie od punktu wprowadzenia rozcieńczalnika do punktu obsadek filtra musi wynosić 0,5–5 s.

Do oznaczenia masy cząstek stałych niezbędny jest układ pobierania próbek cząstek stałych, filtr do pobierania próbek cząstek stałych, waga grawimetryczna oraz komora wagowa z regulacją temperatury i wilgotności.

▼B

9.2.3.3. Zastosowanie

PFD może być używany do pobierania proporcjonalnej próbki spalin nierozcieńczonych na potrzeby dowolnego okresowego lub ciągłego pobierania próbek cząstek stałych i emisji gazowych w dowolnym cyklu pracy w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC), dowolnym cyklu NRSC z fazami dyskretnymi lub dowolnym cyklu pracy RMC.

▼M2

Układ może być też używany do wcześniej rozcieńczonych gazów spalinowych; w takim przypadku przy zastosowaniu stałego współczynnika rozcieńczenia rozcieńcza się już proporcjonalny przepływ (zob. rys. 6.7). Jest to metoda osiągania wtórnego rozcieńczenia spalin z tunelu CVS w celu uzyskania niezbędnego całkowitego stosunku rozcieńczenia do celów pobierania próbek cząstek stałych.

▼B

9.2.3.4. Wzorcowanie

Wzorcowanie PFD w celu zapewnienia poboru proporcjonalnej próbki spalin nierozcieńczonych omówiono w pkt 8.1.8.6.

9.3. Procedury pobierania próbek

9.3.1. Wymagania ogólne dotyczące pobierania próbek

9.3.1.1. Projekt i budowa sondy

Sonda jest pierwszym elementem układu pobierania próbek. Sonda jest zanurzona w strumieniu nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazów spalinowych w celu pobierania próbek, w taki sposób, że jej powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne stykają się ze spalinami. Próbka przechodzi przez sondę do linii przesyłowej.

Powierzchnie wewnętrzne sond do pobierania próbek muszą być wykonane ze stali nierdzewnej lub, w przypadku próbkowania spalin nierozcieńczonych, z dowolnego niereaktywnego materiału wytrzymującego temperaturę spalin nierozcieńczonych. Sondy umieszcza się w takich miejscach, gdzie składniki są wymieszane do średnich stężeń w próbce i gdzie zakłócenia wywołane przez inne sondy są jak najmniejsze. Zaleca się, aby wszystkie sondy pozostawały poza wpływem warstw przyściennych, strumieni nadążających i wirów – w szczególności w pobliżu wylotu rury wydechowej przepływomierza spalin nierozcieńczonych, gdzie może dochodzić do niezamierzonego rozcieńczenia. Czyszczenie lub przemywanie zwrotne sondy nie może mieć wpływu na pozostałe sondy w czasie badań. Można stosować pojedynczą sondę do pobierania próbek więcej niż jednego składnika, pod warunkiem że taka sonda spełnia wszystkie specyfikacje dla każdego składnika.

9.3.1.1.1. Komora mieszania (kategoria NRSh)

Jeżeli zezwolił na to producent, podczas badania silników kategorii NRSh można wykorzystać komorę mieszania. Komora mieszania jest opcjonalnym elementem układu pobierania próbek nierozcieńczonych gazów i znajduje się w układzie wydechowym między tłumikiem a sondą do pobierania próbek. Kształt i rozmiary komory mieszania oraz połączenia znajdujące się przed i za komorą muszą być takie, aby próbka znajdująca się w miejscu, w którym zamontowano sondę, była dobrze wymieszana i jednorodna i aby uniknąć silnych pulsacji lub rezonansów komory, które mogłyby wpłynąć na wyniki emisji.

9.3.1.2. Linie przesyłowe

Należy ograniczyć długość linii przesyłowych transportujących pobraną próbkę z sondy do analizatora, zasobnika lub układu rozcieńczania poprzez umieszczenie analizatorów, zasobników lub układów rozcieńczania możliwie blisko sond. Liczbę łuków rurowych w liniach przesyłowych należy ograniczyć do minimum, a promień każdego łuku rurowego, którego nie da się uniknąć, musi być jak największy.

▼B

9.3.1.3. Metody pobierania próbek

W odniesieniu do ciągłego i okresowego pobierania próbek, o czym mowa w pkt 7.2, stosuje się następujące warunki:

a) przy pobieraniu z przepływu o stałym natężeniu próbka również musi być przenoszona ze stałym natężeniem przepływu;

b) przy pobieraniu z przepływu o zmiennym natężeniu natężenie przepływu próbki musi się zmieniać proporcjonalnie do zmieniającego się natężenia przepływu spalin;

c) proporcjonalne pobieranie próbek poddaje się walidacji zgodnie z pkt 8.2.1.

9.3.2. Pobieranie próbek gazu

9.3.2.1. Sondy do próbkowania

Do pobierania próbek emisji gazowych używa się sond jedno- lub wielootworowych. Sondy mogą być skierowane w dowolnym kierunku względem przepływu rozcieńczonych lub nierozcieńczonych gazów spalinowych. W odniesieniu do niektórych sond reguluje się temperaturę próbki w następujący sposób:

a) w przypadku sond do pobierania NO_x z rozcieńczonych gazów spalinowych kontroluje się temperaturę ścianek sondy w celu uniemożliwienia skraplania w postaci roztworów wodnych;

b) w przypadku sond do pobierania węglowodorów z rozcieńczonych gazów spalinowych zaleca się utrzymywanie temperatury ścianek sondy na poziomie około 191 °C, aby zminimalizować zanieczyszczenie.

9.3.2.1.1. Komora mieszania (kategoria NRSh)

►M2 Jeżeli stosuje się komorę mieszania zgodnie z pkt 9.3.1.1.1, pojemność wewnętrzna tej komory nie może być mniejsza niż dziesięciokrotność jednostkowej pojemności skokowej cylindra badanego silnika. ◄ Komora mieszania musi być możliwie jak najściślej połączona z tłumikiem silnika, a temperatura jej wewnętrznej powierzchni musi wynosić co najmniej 452 K (179 °C). Producent może określić projekt komory mieszania.

9.3.2.2. Linie przesyłowe

Używa się linii przesyłowych o powierzchniach wewnętrznych wykonanych ze stali nierdzewnej, PTFE, Vitonu™ lub innego materiału o lepszych właściwościach pod względem pobierania próbek emisji. Stosuje się materiały niereaktywne wytrzymujące temperaturę gazów spalinowych. Można stosować wbudowane szeregowo filtry, pod warunkiem że filtr i jego obudowa spełniają te same wymagania w zakresie temperatury co linie przesyłowe, jak następuje:

a) w liniach przesyłowych NO_x znajdujących się – w kierunku przeciwnym do przepływu – przed konwertorem NO_2 do NO spełniającym wymagania określone w pkt 8.1.11.5 lub przed urządzeniem schładzającym spełniającym wymagania określone w pkt 8.1.11.4 utrzymuje się taką temperaturę próbki, która zapobiega skraplaniu w postaci roztworów wodnych;

▼M2

b) w liniach przesyłowych THC na całej długości linii utrzymuje się temperaturę ścianek w granicach (464 ± 11) K [(191 ± 11) °C]. W przypadku próbkowania ze spalin nierozcieńczonych do sondy może być podłączona bezpośrednio nieogrzewana, izolowana linia przesyłowa. Długość i izolacja linii przesyłowej muszą być takie, aby obniżyć maksymalną przewidywaną temperaturę spalin nierozcieńczonych do temperatury nie niższej niż

▼M2

191 °C, mierzonej na wylocie linii przesyłowej. W przypadku pobierania ze spalin rozcieńczonych dopuszcza się strefę przejściową między sondą a linią przesyłową, o długości nie większej niż 0,92 m, w celu wyrównania temperatury ścianek do (464 ± 11) K [(191 ± 11) ° C].

▼B

9.3.2.3. Elementy służące do kondycjonowania próbki

9.3.2.3.1. Osuszacze próbek

9.3.2.3.1.1. Wymagania

Dopuszcza się stosowanie osuszaczy próbki, aby usunąć wilgoć z próbek w celu zmniejszenia wpływu wody na pomiary emisji gazowych. Osuszacze próbki spełniają wymogi określone w pkt 9.3.2.3.1.1 i w pkt 9.3.2.3.1.2. W równaniu (7-13) stosuje się zawartość wilgoci równą 0,8, % objętości.

▼M2

Dla największego oczekiwanego stężenia pary wodnej H_m metoda usuwania wody musi utrzymywać wilgotność na poziomie ≤ 5 g wody/kg suchego powietrza (lub ok. 0,8 % obj. H_2O), co odpowiada 100 % wilgotności względnej przy temperaturze 277,1 K (3,9 °C) i ciśnieniu 101,3 kPa. Ta specyfikacja wilgotności jest równoważna 25 % wilgotności względnej przy 298 K (25 °C) i 101,3 kPa. Można to wykazać poprzez:

a) zmierzenie temperatury na wyjściu osuszacza próbki; lub

b) zmierzenie wilgotności przed CLD; lub

c) przeprowadzenie procedury weryfikacji określonej w pkt 8.1.12.

▼B

9.3.2.3.1.2. Dopuszczalny typ osuszaczy próbek i procedura szacowania zawartości wilgoci za osuszaczem

Dopuszcza się stosowanie dowolnego z dwóch typów osuszaczy próbek w niniejszym punkcie.

a) jeżeli przed dowolnym analizatorem gazowym lub zasobnikiem (w kierunku przeciwnym do przepływu) stosowany jest osuszacz z membraną osmotyczną, musi on spełniać wymagania dotyczące temperatury z pkt 9.3.2.2. Monitoruje się punkt rosy T_{dew} i ciśnienie bezwzględne p_{total} za osuszaczem z membraną osmotyczną (w kierunku przepływu). Ilość wody oblicza się zgodnie z załącznikiem VII, wykorzystując rejestrowane w trybie ciągłym wartości T_{dew} i p_{total} lub ich wartości szczytowe zarejestrowane podczas badań bądź ich ustalone punkty alarmowe. Ze względu na brak bezpośredniego pomiaru za nominalne p_{total} przyjmuje się najmniejsze ciśnienie bezwzględne w osuszaczu przewidywane podczas badania;

b) niedopuszczalne jest stosowanie termicznego urządzenia schładzającego umieszczonego przed układem pomiaru THC (w kierunku przeciwnym do przepływu) w odniesieniu do silników o zapłonie samoczynnym. Jeżeli używane jest termiczne urządzenie schładzające umieszczone przed konwertorem NO_2 do NO (w kierunku przeciwnym do przepływu) lub stosowane w układzie pobierania próbek bez konwertora NO_2 do NO, takie urządzenie schładzające musi spełniać warunki próby na stratę NO_2 określone w pkt 8.1.11.4. Monitoruje się punkt rosy T_{dew} i ciśnienie bezwzględne p_{total} za termicznym urządzeniem schładzającym. Ilość wody oblicza się zgodnie z załącznikiem VII, wykorzystując rejestrowane w trybie ciągłym wartości T_{dew} i p_{total} lub ich wartości szczytowe zarejestrowane podczas badań bądź ich ustalone punkty alarmowe. Ze

▼B

względu na brak bezpośredniego pomiaru za nominalne p_{total} przyjmuje się najmniejsze ciśnienie bezwzględne termicznego urządzenia schładzającego przewidywane podczas badań. Jeżeli można w uzasadniony sposób założyć stopień nasycenia w termicznym urządzeniu schładzającym, można obliczyć T_{dew} w oparciu o znaną sprawność urządzenia schładzającego i ciągłe monitorowanie temperatury urządzenia $T_{chiller}$. Jeżeli wartości $T_{chiller}$ nie są zapisywane w sposób ciągły, jako wartość stałą do wyznaczenia stałej ilości wody zgodnie z załącznikiem VII można wykorzystać wartość szczytową zaobserwowaną w badaniu lub ustalony punkt alarmowy dla tej wielkości. Jeżeli można w uzasadniony sposób założyć, że $T_{chiller}$ jest równa T_{dew}, wartość $T_{chiller}$ można zastosować zamiast T_{dew} zgodnie z załącznikiem VII. Jeżeli można w uzasadniony sposób założyć stałe przesunięcie temperatury między $T_{chiller}$ a T_{dew} ze względu na znaną i stałą wielkość ponownego nagrzewania próbki między wylotem agregatu chłodniczego a miejscem pomiaru temperatury, taką zakładaną wartość przesunięcia temperatury można uwzględnić w obliczeniach emisji. Ważność wszelkich założeń dopuszczonych na podstawie niniejszego punktu należy wykazać za pomocą analizy technicznej lub danych.

9.3.2.3.2. Pompy do pobierania próbek

Stosuje się pompy do pobierania próbek umieszczone przed analizatorem lub zasobnikiem na próbki gazu (w kierunku przeciwnym do przepływu). Używa się pomp do pobierania próbek o powierzchniach wewnętrznych wykonanych ze stali nierdzewnej, PTFE lub innego materiału o lepszych właściwościach pod względem pobierania próbek emisji. W odniesieniu do niektórych pomp do pobierania próbek reguluje się temperaturę w następujący sposób:

a) jeżeli stosowana jest pompa do pobierania próbek NO_x umieszczona – w kierunku przeciwnym do przepływu – przed konwertorem NO_2 do NO spełniającym wymagania określone w pkt 8.1.11.5 lub przed agregatem chłodniczym spełniającym wymagania określone w pkt 8.1.11.4, taka pompa musi być ogrzewana, aby zapobiec skraplaniu w postaci roztworów wodnych;

b) jeżeli stosowana jest pompa do pobierania próbek THC umieszczona – w kierunku przeciwnym do przepływu – przez analizatorem lub zasobnikiem próbek THC, jej powierzchnie wewnętrzne muszą być podgrzewane do temperatury w granicach 464 ±11 K (191 ±11 °C).

9.3.2.3.3. Płuczki amoniakalne

Płuczki amoniakalne mogą być stosowane w odniesieniu do niektórych lub wszystkich układów poboru próbek gazowych, by zapobiec interferencji NH_3, skażenia konwertora NO_2 do NO oraz osadów w układzie pobierania próbek lub analizatorach. Płuczkę amoniakalną należy zainstalować zgodnie z zaleceniami producenta.

9.3.2.4. Zasobniki do przechowywania próbek

W przypadku pobierania próbek przy użyciu worków objętości gazów przechowuje się w zbiornikach o wystarczającej czystości, które wykazują minimalny odlot lub przenikanie gazów. Stosuje się właściwą ocenę techniczną, aby określić dopuszczalne progi czystości i przenikania dla zasobników. W celu oczyszczenia zbiornika można go wielokrotnie przeczyszczać i opróżniać oraz można go podgrzewać. Stosuje się zbiorniki giętkie (np. worki) w środowisku o regulowanej temperaturze lub zbiorniki sztywne o regulowanej temperaturze, które są początkowo opróżnione lub mają objętość, którą można przemieścić, np. w układzie tłok-cylinder. Używa się zbiorników, które spełniają specyfikacje określone w poniższej tabeli 6.6.

▼B

Tabela 6.6

Materiały zbiorników do okresowego pobierania próbek gazowych

CO, CO_2, O_2, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, NO, NO_2 (3)	polifluorek winylu (PVF) (4), na przykład Tedlar™, polifluorek winylidenu (4), na przykład Kynar™ politetrafluoroetylen (5), na przykład Teflon™, lub stal nierdzewna (5)
HC	politetrafluoroetylen (6) lub stal nierdzewna (6)

(1) O ile wyeliminowano skraplanie w postaci roztworów wodnych w zbiorniku.
(2) Do 313 K (40 °C).
(3) Do 475 K (202 °C).
(4) Przy 464 ±11 K (191 ±11 °C).

9.3.3. Pobieranie próbek cząstek stałych

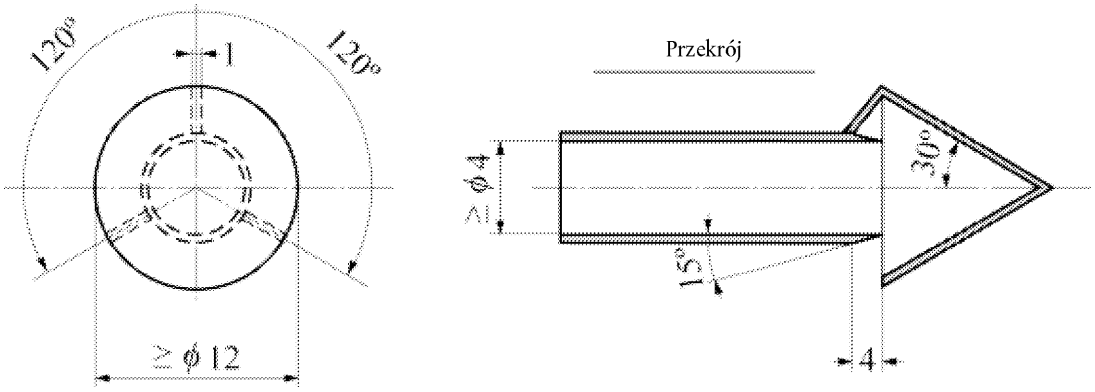
9.3.3.1. Sondy do próbkowania

Do pobierania próbek cząstek stałych stosuje się sondy z jednym otworem na końcu. Sondy do pobierania cząstek stałych muszą być skierowane bezpośrednio w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu.

Sonda do pobierania cząstek stałych może być osłonięta kołnierzem spełniającym wymagania z rysunku 6.8. W takim przypadku nie stosuje się preklasyfikatora opisanego w pkt 9.3.3.3.

Rysunek 6.8

Schemat sondy do próbkowania z preklasyfikatorem kołnierzowym



9.3.3.2. Linie przesyłowe

Zaleca się stosowanie izolowanych lub podgrzewanych linii przesyłowych lub podgrzewanej obudowy w celu ograniczenia różnicy temperatur między liniami przesyłowymi a składnikami spalin. Stosuje się linie przesyłowe, które są obojętne względem cząstek stałych i przewodzące elektrycznie po stronie wewnętrznej. Do cząstek stałych zaleca się stosowanie linii przesyłowych wykonanych ze stali nierdzewnej; wszelkie materiały inne niż stal nierdzewna muszą spełniać te same wymagania eksploatacyjne dla próbkowania co stal nierdzewna. Wewnętrzna powierzchnia linii przesyłowych do cząstek stałych musi być uziemiona elektrycznie.

9.3.3.3. Preklasyfikator

Dopuszcza się stosowanie preklasyfikatora cząstek stałych do usuwania cząstek o dużej średnicy, zainstalowanego w układzie rozcieńczania bezpośrednio przed obsadką filtra. Dozwolony jest tylko jeden preklasyfikator. Jeżeli używa się sondy kołnierzowej (zob. rysunek 6.8), stosowanie preklasyfikatora jest zabronione.

▼B

Preklasyfikatorem cząstek stałych może być inercyjne urządzenie typu udarowego lub separator cyklonowy. Preklasyfikator musi być wykonany ze stali nierdzewnej. Preklasyfikator musi być obliczony na usuwanie co najmniej 50 % cząstek stałych o średnicy aerodynamicznej wynoszącej 10 μm i nie więcej niż 1 % cząstek stałych o średnicy aerodynamicznej wynoszącej 1 μm w całym zakresie natężeń przepływu, przy jakich jest stosowany. Wylot preklasyfikatora musi być skonfigurowany tak, aby umożliwiać obejście filtra do pobierania próbek cząstek stałych, tak aby można było ustabilizować przepływ przez preklasyfikator przed rozpoczęciem badania. Filtr do pobierania próbek cząstek stałych musi się znajdować w odległości nie większej niż 75 cm za wylotem preklasyfikatora (w kierunku przepływu).

9.3.3.4. Filtr do pobierania próbek

Próbki z rozcieńczonych gazów spalinowych pobiera się podczas sekwencji badania przy pomocy filtra spełniającego wymagania zawarte w pkt 9.3.3.4.1–9.3.3.4.4.

9.3.3.4.1. Specyfikacja filtrów

Wszystkie typy filtrów powinny się charakteryzować co najmniej sprawnością 99,7 % zbierania ziaren. Do wykazania zgodności z tym wymogiem można posłużyć się pomiarami filtra do pobierania próbek wykonanymi przez producenta i zawartymi w specyfikacji produktu. Filtry muszą być wykonane z następujących materiałów:

a) włókna szklanego powlekanego fluoropochodnymi węglowodorów (PTFE); lub

b) membrany z fluoropochodnych węglowodorów (PTFE).

Jeżeli przewidywana masa netto cząstek stałych na filtrze przekracza 400 μg, można zastosować filtr o minimalnej początkowej sprawności zbierania wynoszącej 98 %.

9.3.3.4.2. Rozmiar filtra

Filtr o wielkości nominalnej ma średnicę 46,50 mm ± 0,6 mm (średnica osadu wynosi co najmniej 37 mm). Dopuszcza się stosowanie filtrów o większej średnicy po uzyskaniu uprzedniej zgody organu udzielającego homologacji. Zaleca się zachować proporcjonalny stosunek powierzchni filtra do powierzchni osadu.

9.3.3.4.3. Rozcieńczanie i regulacja temperatury próbek cząstek stałych

Próbki cząstek stałych muszą być rozcieńczane co najmniej raz przed liniami przesyłowymi (w kierunku przeciwnym do przepływu) w przypadku układu CVS i za liniami przesyłowymi (w kierunku przepływu) w przypadku układu PFD (zob. pkt 9.3.3.2 dotyczący linii przesyłowych). ►M2 Temperatura próbki musi być utrzymywana w granicach 320 ± 5 K (47 ± 5 °C), mierzona w dowolnym miejscu znajdującym się w odległości do 200 mm przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) lub 200 mm za (w kierunku przepływu) materiałem filtracyjnym cząstek stałych. ◄ Próbka cząstek stałych powinna być ogrzewana lub ochładzana przede wszystkim poprzez warunki rozcieńczenia, jak określono w pkt 9.2.1 lit. a).

9.3.3.4.4. Prędkość na czole filtra

Prędkość gazów na czole filtra musi wynosić 0,90–1,00 m/s, przy czym mniej niż 5 % zarejestrowanych wartości przepływu może przekraczać ten zakres. Jeżeli masa całkowita cząstek stałych przekracza 400 μg, prędkość na czole filtra może być zmniejszona. Prędkość na czole mierzy się jako objętościowe natężenie przepływu próbki w warunkach ciśnienia panującego przed filtrem (w kierunku przeciwnym do przepływu) i temperatury na czole filtra podzielone przez powierzchnię dostępną filtra. Jako wartość ciśnienia przed filtrem (w kierunku przeciwnym do przepływu) przyjmuje się ciśnienie w rurze wydechowej lub tunelu CVS, jeżeli spadek ciśnienia w układzie próbkowania cząstek stałych na drodze do filtra jest mniejszy niż 2 kPa.

▼B

9.3.3.4.5. Obsadka filtra

Aby ograniczyć osadzanie turbulentne i zapewnić równomierne osadzanie się cząstek stałych na filtrze, w odniesieniu do przejścia od średnicy wewnętrznej linii przesyłowej do odsłoniętej średnicy czoła filtra stosuje się kąt stożkowy o wartości 12,5 ^{o} (od osi). Przejście to wykonuje się ze stali nierdzewnej.

9.3.4. Środowiska do stabilizacji i ważenia cząstek stałych do celów metody grawimetrycznej

9.3.4.1. Środowisko do metody grawimetrycznej

W niniejszej sekcji opisano dwa środowiska wymagane do stabilizacji i ważenia cząstek stałych do celów metody grawimetrycznej: środowisko do stabilizacji cząstek stałych, w którym filtry są przechowywane przed ważeniem, oraz środowisko do ważenia, w którym znajduje się waga. Te dwa środowiska mogą znajdować się we wspólnej przestrzeni.

Zarówno środowisko stabilizacyjne, jak i środowisko do ważenia muszą być wolne od zanieczyszczeń powietrza otaczającego, takich jak kurz, aerozole lub substancje półlotne, które mogłyby zanieczyścić próbki cząstek stałych.

9.3.4.2. Czystość

Sprawdza się czystość środowiska do stabilizacji cząstek stałych przy użyciu filtrów odniesienia, jak opisano w pkt 8.1.12.1.4.

9.3.4.3. Temperatura komory

Temperaturę komory (lub pomieszczenia), w którym kondycjonuje się i waży filtry cząstek stałych utrzymuje się w przedziale 295K ± 1 K (22 °C ± 1 °C) podczas kondycjonowania i ważenia wszystkich filtrów. Wilgotność należy utrzymywać w punkcie rosy 282,5 K ± 1 K (9,5 °C ± 1 °C), a wilgotność względna powinna wynosić 45 % ±8 %. Jeżeli środowiska do stabilizacji i ważenia są odrębne, temperaturę środowiska stabilizacji utrzymuje się w granicach 295 ± 3 K (22 °C ± 3 °C).

9.3.4.4. Weryfikacja warunków otoczenia

W przypadku stosowania przyrządów pomiarowych spełniających wymagania pkt 9.4 sprawdza się następujące warunki otoczenia:

a) rejestruje się punkt rosy i temperaturę otoczenia. Wartości te wykorzystuje się do określenia, czy środowiska do stabilizacji i ważenia pozostawały w granicach tolerancji określonych w pkt 9.3.4.3 przez co najmniej 60 min przed ważeniem filtrów;

b) w środowisku do ważenia zapisuje się ciśnienie atmosferyczne w trybie ciągłym. Dopuszczalną alternatywą jest stosowanie barometru, który mierzy ciśnienie atmosferyczne poza środowiskiem do ważenia, pod warunkiem że można zagwarantować, że ciśnienie atmosferyczne w miejscu wagi znajduje się zawsze w granicach ±100 Pa w stosunku do wspólnego ciśnienia atmosferycznego. Przy każdym ważeniu próbki cząstek stałych zapewnia się zapis najnowszej wartości ciśnienia atmosferycznego. ►M2 Wartość tę wykorzystuje się do obliczeń korekcji filtra do pobierania próbek cząstek stałych ze względu na wypór, jak opisano w pkt 8.1.13.2. ◄

9.3.4.5. Instalacja wagi

Wagę instaluje się w następujący sposób:

a) na platformie tłumiącej drgania, aby odizolować wagę od zewnętrznych źródeł hałasu i drgań;

▼B

b) tak, aby osłonić wagę przed konwekcyjnym przepływem powietrza przy pomocy antystatycznej osłony, która jest elektrycznie uziemiona.

9.3.4.6. Ładunek elektrostatyczny

W środowisku wagi minimalizuje się ładunek elektrostatyczny w następujący sposób:

a) waga musi być uziemiona elektrycznie;

b) stosuje się pincetę ze stali nierdzewnej, jeżeli próbki cząstek stałych są przenoszone ręcznie;

c) stosuje się uziemienie pincety przy pomocy przewodu uziemiającego lub wyposażenie operatora w przewód uziemiający posiadający wspólne uziemienie z wagą;

d) stosuje się neutralizator elektryczności statycznej, który jest uziemiony wspólnie z wagą w celu usunięcia ładunków statycznych z próbek cząstek stałych.

9.4. Przyrządy pomiarowe

9.4.1. Wprowadzenie

9.4.1.1. Zakres

W niniejszym punkcie określono przyrządy pomiarowe i powiązane wymagania systemowe dotyczące badania emisji. Obejmuje to sprzęt laboratoryjny do pomiaru parametrów silnika, warunków otoczenia, parametrów przepływu i stężeń emisji (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych).

9.4.1.2. Rodzaje przyrządów

Wszelkie przyrządy, o których mowa w niniejszym rozporządzeniu, muszą być stosowane w sposób opisany w samym rozporządzeniu (zob. tabela 6.5, gdzie znajdują się wielkości pomiarowe wskazywane przez takie przyrządy). Jeżeli stosuje się przyrząd wymieniony w niniejszym rozporządzeniu w sposób, który nie został w nim określony, lub zamiennie stosuje się inny przyrząd, obowiązują wymogi dotyczące równoważności określone w pkt 5.1.1. ►M2 Jeżeli dla danego pomiaru określono kilka przyrządów, przy wystąpieniu o homologację jeden z nich zostanie wskazany przez organ udzielający homologacji jako przyrząd odniesienia do celów wykazania, że dana procedura alternatywna jest równoważna wobec określonej procedury. ◄

9.4.1.3. Układy nadliczbowe

►M2 W odniesieniu do wszystkich przyrządów pomiarowych opisanych w niniejszym punkcie można wykorzystywać dane z wielu przyrządów do obliczenia wyników pojedynczego badania, za uprzednią zgodą organu udzielającego homologacji. ◄ Wyniki wszystkich pomiarów zapisuje się i zachowuje dane surowe. Wymóg ten stosuje się niezależnie od tego, czy pomiary zostaną rzeczywiście wykorzystane w obliczeniach.

9.4.2. Rejestrowanie danych i sterowanie

Układ badawczy musi być zdolny do aktualizowania i rejestrowania danych oraz sterowania układami związanymi z zapotrzebowaniem operatora, hamulcem dynamometrycznym, sprzętem do pobierania próbek i przyrządami pomiarowymi. Stosuje się układy pozyskiwania danych i układy sterowania, które są zdolne do rejestrowania z określoną częstotliwością minimalną, jak przedstawiono w tabeli 6.7 (tabela ta nie dotyczy badań NRSC z fazami dyskretnymi).

▼B

Tabela 6.7

Minimalne częstotliwości rejestracji danych i sterowania

Odpowiednia część protokołu badania	Mierzone wartości	Minimalna częstotliwość sygnałów sterujących	Minimalna częstotliwość rejestracji danych
7.6.	Prędkość obrotowa i moment obrotowy podczas wykonywania skokowego odwzorowania charakterystyki silnika	1 Hz	1 wartość średnia na skok
7.6.	Prędkość obrotowa i moment obrotowy podczas wykonywania odwzorowania charakterystyki silnika z odchyleniem	5 Hz	wartości średnie dla 1 Hz
7.8.3.	Wartości odniesienia i wartości pochodzące z sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego w cyklu pracy w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)	5 Hz	wartości średnie dla 1 Hz
7.8.2.	Wartości odniesienia i wartości pochodzące z sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego w cyklu NRSC z fazami dyskretnymi i w cyklu pracy RMC	1 Hz	1 Hz
7.3.	Stężenia ciągłe dla analizatorów spalin nierozcieńczonych	Nie dotyczy	1 Hz
7.3.	Stężenia ciągłe dla analizatorów spalin rozcieńczonych	Nie dotyczy	1 Hz
7.3.	Stężenia okresowe dla analizatorów spalin nierozcieńczonych lub rozcieńczonych	Nie dotyczy	1 wartość średnia na przedział czasowy badania
7.6. 8.2.1.	Natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych z układu CVS z wymiennikiem ciepła przed pomiarem przepływu (w kierunku przeciwnym do przepływu)	Nie dotyczy	1 Hz
7.6. 8.2.1.	Natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych z układu CVS bez wymiennika ciepła przed pomiarem przepływu (w kierunku przeciwnym do przepływu)	5 Hz	wartości średnie dla 1 Hz
7.6. 8.2.1.	Natężenie przepływu powietrza dolotowego lub spalin (dla pomiarów spalin nierozcieńczonych w warunkach zmiennych)	Nie dotyczy	wartości średnie dla 1 Hz
7.6. 8.2.1.	Powietrze rozcieńczające, jeżeli jest aktywnie regulowane	5 Hz	wartości średnie dla 1 Hz
7.6. 8.2.1.	Natężenie przepływu próbki z układu CVS z wymiennikiem ciepła	1 Hz	1 Hz
7.6. 8.2.1.	Natężenie przepływu próbki z układu CVS bez wymiennika ciepła	5 Hz	wartość średnia dla 1 Hz

9.4.3. Wymagania eksploatacyjne dla przyrządów pomiarowych

9.4.3.1. Informacje ogólne

Układ badawczy jako całość musi spełniać wszystkie obowiązujące kryteria dotyczące wzorcowania, weryfikacji i walidacji badań określone w pkt 8.1, w tym wymagania dotyczące próby liniowości z pkt 8.1.4 i 8.2. Przyrządy muszą spełniać wymagania z tabeli 6.7 dla wszystkich zakresów używanych w badaniu. Ponadto przechowuje się wszelką dokumentację otrzymaną od producentów przyrządów, która potwierdza, że spełniają one wymagania z tabeli 6.7.

▼B

9.4.3.2. Wymagania dotyczące części

W tabeli 6.8 znajdują się wymagania dla przetworników momentu obrotowego, prędkości obrotowej i ciśnienia, czujników temperatury i punktu rosy oraz innych przyrządów. Ogólny układ do pomiaru danej wielkości fizycznej lub chemicznej musi spełniać kryteria weryfikacji liniowości z pkt 8.1.4. W przypadku pomiarów emisji gazowych można stosować analizatory, w których wykorzystuje się algorytmy kompensacji będące funkcjami innych mierzonych składników gazowych i właściwości paliwa w danym badaniu silnika. Wszelkie algorytmy kompensacji mogą zapewniać jedynie kompensację przesunięcia bez wpływu na przyrost (tj. brak obciążenia).

Tabela 6.8

Zalecane wymagania eksploatacyjne przyrządów pomiarowych

Przyrząd pomiarowy	Symbol mierzonej wielkości	Pełny czas narastania układu	Częstotliwość aktualizacji rejestracji danych	Dokładność [a]	Powtarzalność [a]
Przetwornik prędkości obrotowej silnika	n	1 s	wartości średnie dla 1 Hz	2,0 % wartości pt. lub 0,5 % wartości maks.	1,0 % wartości pt. lub 0,25 % wartości maks.
Przetwornik momentu obrotowego silnika	T	1 s	wartości średnie dla 1 Hz	2,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości maks.	1,0 % wartości pt. lub 0,5 % wartości maks.
Przepływomierz paliwa (przyrząd sumujący do paliwa)		5 s (nie dotyczy)	1 Hz (nie dotyczy)	2,0 % wartości pt. lub 1,5 % wartości maks.	1,0 % wartości pt. lub 0,75 % wartości maks.
Przepływomierz całkowitych rozcieńczonych gazów spalinowych (CVS) (z wymiennikiem ciepła przed przepływomierzem)		1 s (5 s)	wartości średnie dla 1 Hz (1 Hz)	2,0 % wartości pt. lub 1,5 % wartości maks.	1,0 % wartości pt. lub 0,75 % wartości maks.
Przepływomierze powietrza rozcieńczającego, powietrza dolotowego, spalin i próbki		1 s	wartości średnie dla 1 Hz z próbek dla 5 Hz	2,5 % wartości pt. lub 1,5 % wartości maks.	1,25 % wartości pt. lub 0,75 % wartości maks.
Analizator ciągły spalin nierozcieńczonych	x	5 s	2 Hz	2,0 % wartości pt. lub 2,0 % wartości mierz.	1,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości mierz.
Analizator ciągły spalin rozcieńczonych	x	5 s	1 Hz	2,0 % wartości pt. lub 2,0 % wartości mierz.	1,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości mierz.
Analizator ciągły gazów	x	5 s	1 Hz	2,0 % wartości pt. lub 2,0 % wartości mierz.	1,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości mierz.
Okresowy analizator gazów	x	Nie dotyczy	Nie dotyczy	2,0 % wartości pt. lub 2,0 % wartości mierz.	1,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości mierz.

▼B

Przyrząd pomiarowy	Symbol mierzonej wielkości	Pełny czas narastania układu	Częstotliwość aktualizacji rejestracji danych	Dokładność [a]	Powtarzalność [a]
Waga grawimetryczna do cząstek stałych	m_{PM}	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Zob. pkt 9.4.11.	0,5 µg
Waga inercyjna do cząstek stałych	m_{PM}	5 s	1 Hz	2,0 % wartości pt. lub 2,0 % wartości mierz.	1,0 % wartości pt. lub 1,0 % wartości mierz.

[a] Dokładność i powtarzalność wyznacza się przy użyciu tych samych zgromadzonych danych, jak opisano w pkt 9.4.3, i w oparciu o wartości bezwzględne. „pt.” oznacza ogólną wartość średnią przewidywaną dla wartości granicznej emisji; „maks.” oznacza szczytową wartość przewidywaną dla wartości granicznej emisji w danym cyklu pracy, nie wartość maksymalną zakresu przyrządu; „mierz.” oznacza rzeczywistą wartość średnią zmierzoną w cyklu pracy.

9.4.4. Pomiar parametrów silnika i warunków otoczenia

9.4.4.1. Czujniki prędkości obrotowej i momentu obrotowego

9.4.4.1.1. Zastosowanie

Przyrządy pomiarowe do danych wejściowych i wyjściowych pracy silnika muszą spełniać wymagania określone w niniejszym punkcie. Zaleca się stosowanie czujników, przetworników i mierników spełniających wymagania z tabeli 6.8. Ogólne układy do pomiaru danych wejściowych i wyjściowych pracy silnika muszą spełniać kryteria weryfikacji liniowości z pkt 8.1.4.

9.4.4.1.2. Praca na wale

Pracę i moc oblicza się z danych wyjściowych przetworników prędkości obrotowej i momentu obrotowego zgodnie z pkt 9.4.4.1. Ogólne układy do pomiaru prędkości obrotowej i momentu obrotowego muszą spełniać kryteria weryfikacji liniowości z pkt 8.1.7 i 8.1.4.

Moment obrotowy wzbudzany przez bezwładność przyśpieszających i zwalniających części połączonych z kołem zamachowym, takich jak wał napędowy czy wirnik hamulca dynamometrycznego, kompensuje się w razie potrzeby w oparciu o właściwą ocenę techniczną.

9.4.4.2. Przetworniki ciśnienia, czujniki temperatury i czujniki punktu rosy

Ogólne układy do pomiaru ciśnienia, temperatury i punktu rosy muszą spełniać kryteria wzorcowania z pkt 8.1.7.

Przetworniki ciśnienia muszą być umieszczone w środowisku o regulowanej temperaturze lub też muszą kompensować zmiany temperatury w przewidywanym zakresie roboczym. Materiały przetworników muszą być zgodne z mierzonym płynem.

9.4.5. Pomiary związane z przepływem

W odniesieniu do wszystkich rodzajów przepływomierzy (paliwa, powietrza dolotowego, nierozcieńczonych gazów spalinowych, rozcieńczonych gazów spalinowych, próbki) przepływ należy w miarę potrzeb kondycjonować, aby wyeliminować strumienie nadążające, wiry, przepływy obiegowe lub pulsacje przepływu, które mogą mieć wpływ na dokładność lub powtarzalność miernika. W odniesieniu do niektórych mierników można to osiągnąć poprzez zastosowanie prostego przewodu o wystarczającej długości (np. długości równej co najmniej 10-krotności średnicy przewodu) lub poprzez zastosowanie specjalnie zaprojektowanych łuków rurowych, żeberek prostujących, płytek z kryzą (lub pneumatycznych urządzeń do tłumienia pulsacji w odniesieniu do przepływomierza paliwa), tak aby ustalić stały i przewidywalny profil prędkości przed miernikiem (w kierunku przeciwnym do przepływu).

▼B

9.4.5.1. Przepływomierz paliwa

Ogólny układ do pomiaru przepływu paliwa musi spełniać kryteria wzorcowania z pkt 8.1.8.1. Przy wszelkich pomiarach przepływu paliwa należy uwzględnić wszelkie paliwo omijające silnik lub wracające z silnika do zbiornika paliwa.

9.4.5.2. Przepływomierz powietrza dolotowego

Ogólny układ do pomiaru przepływu powietrza dolotowego musi spełniać kryteria wzorcowania z pkt 8.1.8.2.

9.4.5.3. Przepływomierz spalin nierozcieńczonych

9.4.5.3.1. Wymagania dotyczące części

Ogólny układ do pomiaru przepływu spalin nierozcieńczonych musi spełniać kryteria liniowości z pkt 8.1.4. Przepływomierz spalin nierozcieńczonych musi być zaprojektowany w taki sposób, aby odpowiednio kompensować zmiany nierozcieńczonych gazów spalinowych pod względem stanów termodynamicznych, strumienia i składu.

9.4.5.3.2. Czas odpowiedzi przepływomierza

►M2 Aby sterować układem rozcieńczania przepływu częściowego w taki sposób, by układ pobierał proporcjonalną próbkę spalin nierozcieńczonych, konieczny jest krótszy czas odpowiedzi przepływomierza niż wskazany w tabeli 6.8. ◄ Dla układów rozcieńczania przepływu częściowego ze sterowaniem w trybie bezpośrednim (online) czas odpowiedzi przepływomierza musi być zgodny ze specyfikacjami z pkt 8.2.1.2.

9.4.5.3.3. Chłodzenie gazów spalinowych:

Niniejszy punkt nie ma zastosowania do chłodzenia gazów spalinowych z powodu konstrukcji silnika, w tym m.in. kolektorów wydechowych lub turbosprężarek doładowujących.

Chłodzenie spalin przed wprowadzeniem ich do przepływomierza jest dozwolone, z następującymi ograniczeniami:

a) za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek cząstek stałych;

b) jeżeli chłodzenie powoduje, że temperatura spalin wynosząca powyżej 475 K (202 °C) spada do poniżej 453 K (180 °C), za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek HC;

c) jeżeli chłodzenie powoduje skraplanie w postaci roztworów wodnych, za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek NO_x, chyba że urządzenie schładzające spełnia kryteria weryfikacji działania określone w pkt 8.1.11.4;

d) jeżeli chłodzenie powoduje skraplanie w postaci roztworów wodnych przed wprowadzeniem przepływu do przepływomierza, na wlocie przepływomierza mierzy się punkt rosy, T_{dew} i ciśnienie p_{total}. Wartości te wykorzystuje się do obliczeń emisji zgodnie z załącznikiem VII.

9.4.5.4. Przepływomierze powietrza rozcieńczającego i rozcieńczonych spalin

9.4.5.4.1. Zastosowanie

Chwilowe natężenia przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych lub całkowity przepływ rozcieńczonych gazów spalinowych w danym przedziale czasowym badania wyznacza się przy użyciu przepływomierza rozcieńczonych spalin. Natężenia przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych lub całkowity przepływ nierozcieńczonych gazów spalinowych w danym przedziale czasowym badania można obliczyć z różnicy między wskazaniami przepływomierza rozcieńczonych spalin i przepływomierza powietrza rozcieńczającego.

▼B

9.4.5.4.2. Wymagania dotyczące części

Ogólny układ do pomiaru natężenia przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych musi spełniać kryteria wzorcowania i weryfikacji określone w pkt 8.1.8.4 i 8.1.8.5. Można stosować następujące przepływomierze:

a) w przypadku próbkowania przy zachowaniu stałej objętości przepływu (CVS) z całkowitego przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych można zastosować zwężkę Venturiego o przepływie krytycznym (CFV) lub więcej takich zwężek ustawionych równolegle, pompę wyporową (PDP), zwężkę Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV) lub przepływomierz ultradźwiękowy (UFM). W połączeniu z wymiennikiem ciepła umieszczonym przed CFV lub PDP (w kierunku przeciwnym do przepływu) takie urządzenia funkcjonują również jako bierne regulatory przepływu poprzez utrzymywanie stałej temperatury rozcieńczonych gazów spalinowych w układzie CVS;

b) w przypadku układu rozcieńczania przepływu częściowego (PFD) można zastosować połączenie dowolnego przepływomierza z dowolnym aktywnym układem regulacji przepływu, aby utrzymywać proporcjonalne próbkowanie składników spalin. W celu utrzymania proporcjonalnego próbkowania można regulować przepływ całkowity rozcieńczonych gazów spalinowych, przepływy próbek lub zastosować kombinację regulacji tych przepływów.

W przypadku pozostałych układów rozcieńczania można zastosować element z przepływem uwarstwionym, przepływomierz ultradźwiękowy, zwężkę Venturiego o przepływie poddźwiękowym, zwężkę Venturiego o przepływie krytycznym lub więcej takich zwężek umieszczonych równolegle, przepływomierz wyporowy, termiczny przepływomierz masowy, uśredniającą rurkę Pitota lub anemometr cieplno-oporowy.

9.4.5.4.3. Chłodzenie gazów spalinowych:

Rozcieńczone gazy spalinowe przed przepływomierzem rozcieńczonych gazów spalinowych (w kierunku przeciwnym do przepływu) mogą być chłodzone, o ile spełnione są następujące warunki:

a) za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek cząstek stałych;

b) jeżeli chłodzenie powoduje, że temperatura spalin wynosząca powyżej 475 K (202 °C) spada do poniżej 453 K (180 °C), za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek HC;

c) jeżeli chłodzenie powoduje skraplanie w postaci roztworów wodnych, za chłodzeniem (w kierunku przepływu) nie pobiera się próbek NO_x, chyba że urządzenie schładzające spełnia kryteria weryfikacji działania określone w pkt 8.1.11.4;

d) jeżeli chłodzenie powoduje skraplanie w postaci roztworów wodnych przed wprowadzeniem przepływu do przepływomierza, na wlocie przepływomierza mierzy się punkt rosy, T_{dew} i ciśnienie p_{total}. Wartości te wykorzystuje się do obliczeń emisji zgodnie z załącznikiem VII.

9.4.5.5. Przepływomierz próbki przy okresowym pobieraniu próbek

Stosuje się przepływomierz próbki, aby wyznaczyć natężenia przepływu próbki lub przepływ całkowity przechodzący przez układ okresowego pobierania próbek w danym przedziale czasowym badania. Różnicę wskazań obydwu przepływomierzy można użyć do obliczenia przepływu próbki do tunelu rozcieńczającego, np. w przypadku pomiaru cząstek stałych z rozcieńczania przepływu częściowego i pomiaru cząstek stałych z rozcieńczania wtórnego. Specyfikacje dotyczące pomiaru różnicy przepływów w celu zapewnienia poboru proporcjonalnej próbki spalin nierozcieńczonych znajdują się w pkt 8.1.8.6.1, a wzorcowanie pomiaru różnicy przepływów omówiono w pkt 8.1.8.6.2.

Ogólny układ do pomiaru przepływu próbki musi spełniać wymogi dotyczące wzorcowania określone w pkt 8.1.8.

▼B

9.4.5.6. Rozdzielacz gazu

Do wymieszania gazów wzorcowych można użyć rozdzielacza gazów.

Stosuje się taki rozdzielacz gazów, który miesza gazy do uzyskania specyfikacji z pkt 9.5.1 i stężeń przewidywanych w czasie badań. Można stosować rozdzielacze gazu o przepływie krytycznym, kapilarne lub z termicznym przepływomierzem masowym. W razie potrzeby stosuje się korekcję pod względem lepkości (jeżeli nie robi tego wewnętrzne oprogramowanie rozdzielacza gazu), aby zapewnić prawidłowy rozdział gazu. Układ rozdzielacza gazu musi spełniać kryteria weryfikacji liniowości określone w pkt 8.1.4.5. Opcjonalnie urządzenie mieszające można też sprawdzić przyrządem o charakterze liniowym, np. wykorzystując gaz NO z CLD. Wartość punktu końcowego zakresu przyrządu należy ustawić przy pomocy gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego, podłączonego bezpośrednio do przyrządu. Rozdzielacz gazu należy sprawdzić przy używanych ustawieniach, a wartość nominalną należy porównać ze zmierzonym stężeniem dla przyrządu.

9.4.6. Pomiary CO i CO_2

Do pomiarów stężeń CO i CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych lub rozcieńczonych w odniesieniu do okresowego lub ciągłego pobierania próbek stosuje się bezdyspersyjny analizator podczerwieni (NDIR).

▼M2

Układ oparty na NDIR musi spełniać kryteria wzorcowania i weryfikacji określone w pkt 8.1.9.1 lub 8.1.9.2, w zależności od przypadku.

▼B

9.4.7. Pomiary węglowodorów

9.4.7.1. Detektor płomieniowo-jonizacyjny

9.4.7.1.1. Zastosowanie

Do pomiarów stężeń węglowodorów w nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazach spalinowych w odniesieniu do okresowego lub ciągłego pobierania próbek stosuje się grzany detektor płomieniowo-jonizacyjny (HFID). Stężenia węglowodorów oznacza się na podstawie liczby atomów węgla równej jeden, C_1. Wszystkie powierzchnie grzanych analizatorów FID, które są wystawione na emisje, muszą być utrzymywane w temperaturze 464 ± 11 K (191 ± 11 °C). Opcjonalnie, w przypadku silników zasilanych gazem ziemnym (NG) i LPG oraz silników o zapłonie iskrowym, analizator węglowodorów może być niepodgrzewanym detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID).

9.4.7.1.2. Wymagania dotyczące części

Układ oparty na FID stosowany do pomiarów THC musi spełniać wszystkie weryfikacje dla pomiarów węglowodorów opisane w pkt 8.1.10.

9.4.7.1.3. Paliwo do FID i powietrze palnika

Paliwo do FID i powietrze palnika muszą spełniać wymagania określone w pkt 9.5.1. Paliwo do FID i powietrze palnika nie mogą się mieszać przed wprowadzeniem ich do analizatora FID, tak aby analizator FID pracował z płomieniem dyfuzyjnym, a nie wstępnie zmieszanym.

9.4.7.1.4. Zastrzeżone

9.4.7.1.5. Zastrzeżone

9.4.7.2. Zastrzeżone

9.4.8. Pomiary NO_x

▼B

Do pomiaru NO_x określono dwa przyrządy pomiarowe; można zastosować którykolwiek z nich, o ile spełnia on kryteria określone odpowiednio w pkt 9.4.8.1 lub 9.4.8.2. Detektor chemiluminescencyjny stosuje się jako procedurę odniesienia do celów porównania z alternatywną procedurą pomiarową proponowaną na podstawie pkt 5.1.1.

9.4.8.1. Detektor chemiluminescencyjny

9.4.8.1.1. Zastosowanie

Detektor chemiluminescencyjny (CLD) w połączeniu z konwertorem NO_2 do NO stosuje się do pomiarów stężenia NO_x w nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazach spalinowych w odniesieniu do okresowego lub ciągłego pobierania próbek.

9.4.8.1.2. Wymagania dotyczące części

Układ oparty na CLD musi spełniać kryteria weryfikacji tłumienia z pkt 8.1.11.1. CLD może być grzany lub niegrzany i może pracować przy ciśnieniu atmosferycznym lub podciśnieniu.

9.4.8.1.3. Konwertor NO_2 do NO

Przed CLD (w kierunku przeciwnym do przepływu) umieszcza się wewnętrzny lub zewnętrzny konwertor NO_2 do NO, który spełnia kryteria weryfikacji określone w pkt 8.1.11.5, i wyposaża się go w linię bocznikową w celu ułatwienia takiej weryfikacji.

9.4.8.1.4. Wpływ wilgotności

Wszystkie temperatury CLD należy utrzymywać na poziomie uniemożliwiającym skraplanie w postaci roztworów wodnych. W celu usunięcia wilgoci z próbki przed CLD (w kierunku przeciwnym do przepływu) należy zastosować jedną z następujących konfiguracji:

a) CLD jest podłączony za osuszaczem lub agregatem chłodniczym (w kierunku przepływu), które z kolei znajdują się za konwertorem NO_2 do NO (w kierunku przepływu), który spełnia kryteria weryfikacji z pkt 8.1.11.5;

b) CLD jest podłączony za osuszaczem lub termicznym urządzeniem schładzającym (w kierunku przepływu), które spełniają kryteria weryfikacji z pkt 8.1.11.4.

9.4.8.1.5. Czas odpowiedzi

Można zastosować grzany CLD, aby poprawić czas odpowiedzi CLD.

9.4.8.2. Bezdyspersyjny analizator promieniowania ultrafioletowego

9.4.8.2.1. Zastosowanie

Bezdyspersyjny analizator promieniowania ultrafioletowego (NDUV) stosuje się do pomiarów stężenia NO_x w nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazach spalinowych w odniesieniu do okresowego lub ciągłego pobierania próbek.

9.4.8.2.2. Wymagania dotyczące części

Układ oparty na NDUV musi spełniać kryteria weryfikacji określone w pkt 8.1.11.3.

9.4.8.2.3. Konwertor NO_2 do NO

Jeżeli analizator NDUV mierzy tylko NO, przed analizatorem NDUV (w kierunku przeciwnym do przepływu) umieszcza się wewnętrzny lub zewnętrzny konwertor NO_2 do NO, który spełnia kryteria weryfikacji określone w pkt 8.1.11.5. Konwertor wyposaża się w linię bocznikową w celu ułatwienia takiej weryfikacji.

▼B

9.4.8.2.4. Wpływ wilgotności

Temperaturę analizatora NDUV należy utrzymywać na poziomie uniemożliwiającym skraplanie w postaci roztworów wodnych, chyba że zastosowano jedną z następujących konfiguracji:

a) analizator NDUV jest podłączony za osuszaczem lub agregatem chłodniczym (w kierunku przepływu), które z kolei znajdują się za konwertorem NO_2 do NO (w kierunku przepływu), który spełnia kryteria weryfikacji z pkt 8.1.11.5;

b) analizator NDUV jest podłączony za osuszaczem lub termicznym urządzeniem schładzającym (w kierunku przepływu), które spełniają kryteria weryfikacji z pkt 8.1.11.4.

9.4.9. Pomiary O_2

Do pomiarów stężenia O_2 w nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazach spalinowych w odniesieniu do okresowego lub ciągłego pobierania próbek stosuje się analizator działający na zasadzie detekcji paramagnetycznej (PMD) lub detekcji magnetopneumatycznej (MPD).

9.4.10. Pomiary stosunku powietrza do paliwa

Do pomiaru stosunku powietrza do paliwa w spalinach nierozcieńczonych do ciągłego pobierania próbek stosuje się analizator oparty na dwutlenku cyrkonu (ZrO_2). Pomiary O_2 w połączeniu z pomiarami przepływu powietrza dolotowego lub paliwa mogą być wykorzystywane do obliczania natężenia przepływu spalin zgodnie z załącznikiem VII.

9.4.11. Pomiary cząstek stałych przy użyciu wagi grawimetrycznej

Wagę stosuje się do określenia masy netto cząstek stałych zebranych na materiale filtracyjnym.

Minimalna wymagana rozdzielczość wagi wynosi nie więcej niż powtarzalność 0,5 mikrograma zalecana w tabeli 6.8. Jeżeli do rutynowego ustawiania zakresu pomiarowego i weryfikacji liniowości wykorzystywane są wewnętrzne odważniki wzorcowe wagi, takie odważniki muszą spełniać wymagania pkt 9.5.2.

Wagę należy skonfigurować pod względem optymalnego czasu ustalania się i stabilności w miejscu jej położenia.

9.4.12. Pomiary amoniaku (NH_3)

▼M2

Analizator FTIR (podczerwieni z transformacją Fouriera), NDUV lub laserowy analizator podczerwieni można stosować zgodnie z dodatkiem 4.

▼B

9.5. Gazy analityczne i wzorce masy

9.5.1. Gazy analityczne

Gazy analityczne muszą spełniać wymagania dotyczące dokładności i czystości określone w niniejszej sekcji.

9.5.1.1. Specyfikacje gazów

Uwzględnia się następujące specyfikacje gazów:

a) gazów oczyszczonych używa się do mieszania z gazami wzorcowymi oraz do wyregulowania przyrządów pomiarowych, aby uzyskać odpowiedź zerową na wzorzec zerowy. Używa się gazów o zanieczyszczeniu nie większym niż najwyższa z poniższych wartości, w odniesieniu do gazu w butli gazowej lub na wylocie z generatora gazu zerowego:

▼M2

(i) zanieczyszczenie 2 %, mierzone w odniesieniu do średniego stężenia przewidywanego dla wartości granicznej emisji. Na przykład jeżeli przewiduje się stężenie CO wynoszące 100,0 μmol/mol, można zastosować gaz zerowy o zanieczyszczeniu CO nie większym niż 2 000 μmol/mol;

▼B

(ii) zanieczyszczenie określone w tabeli 6.9, przy pomiarach spalin nierozcieńczonych lub rozcieńczonych;

(iii) zanieczyszczenie określone w tabeli 6.10, przy pomiarach spalin nierozcieńczonych.

Tabela 6.9

Wartości graniczne zanieczyszczeń mające zastosowanie do pomiarów spalin nierozcieńczonych lub rozcieńczonych [μmol/mol = ppm]

Składnik	Oczyszczone powietrze syntetyczne (a)	Oczyszczony N_2 (a)
THC (równoważnik C_1)	≤ 0,05 μmol/mol	≤ 0,05 μmol/mol
CO	≤ 1 μmol/mol	≤ 1 μmol/mol
▼M2 CO_2	≤ 10 μmol/mol	≤ 10 μmol/mol
▼B O_2	0,205–0,215 mol/mol	≤ 2 μmol/mol
NO_x	≤ 0,02 μmol/mol	≤ 0,02 μmol/mol

(a) Nie wymaga się, aby te stopnie czystości były zgodne z uznanymi normami międzynarodowymi lub krajowymi.

Tabela 6.10

Wartości graniczne zanieczyszczeń mające zastosowanie do pomiarów spalin nierozcieńczonych [μmol/mol = ppm]

Składnik	Oczyszczone powietrze syntetyczne (a)	Oczyszczony N_2 (a)
THC (równoważnik C_1)	≤ 1 μmol/mol	≤ 1 μmol/mol
CO	≤ 1 μmol/mol	≤ 1 μmol/mol
CO_2	≤ 400 μmol/mol	≤ 400 μmol/mol
O_2	0,18–0,21 mol/mol	–
NO_x	≤ 0,1 μmol/mol	≤ 0,1 μmol/mol

(a) Nie wymaga się, aby te stopnie czystości były zgodne z uznanymi normami międzynarodowymi lub krajowymi;

b) z analizatorem FID stosuje się następujące gazy:

(i) stosuje się paliwo do FID o stężeniu H_2 wynoszącym (0,39–0,41) mol/mol, dopełnienie He lub N_2. Mieszanina ta nie może zawierać więcej niż 0,05 μmol/mol THC;

▼B

(ii) stosuje się powietrze do palnika FID, które spełnia kryteria dla powietrza oczyszczonego określone w lit. a) niniejszego punktu;

(iii) gaz zerowy FID. Detektory płomieniowo-jonizacyjne zeruje się przy użyciu gazu oczyszczonego spełniającego wymagania lit. a) niniejszego punktu, z tym że stężenie O_2 w oczyszczonym gazie może być dowolne;

(iv) gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego FID zawierający propan. Ustawianie zakresu pomiarowego i wzorcowanie FID do oznaczania THC wykonuje się przy użyciu stężeń zakresowych propanu, C_3H_8. Analizator wzorcuje się na podstawie liczby atomów węgla równej jeden (C_1);

(v) zastrzeżony;

c) stosuje się następujące mieszaniny gazów, przy czym gazy muszą być zgodne w granicach ±1,0 % z uznanymi normami międzynarodowymi lub krajowymi w odniesieniu do wartości prawdziwej lub z innymi zatwierdzonymi normami dla gazów:

▼M2

(i) CH_4, dopełnienie: oczyszczone powietrze syntetyczne lub N_2 (odpowiednio);

▼B

(ii) zastrzeżony;

(iii) C_3H_8, dopełnienie: oczyszczone powietrze syntetyczne lub N_2 (odpowiednio);

(iv) CO, dopełnienie: oczyszczony N_2;

(v) CO_2, dopełnienie: oczyszczony N_2;

(vi) NO, dopełnienie: oczyszczony N_2;

(vii) NO_2, dopełnienie: oczyszczone powietrze syntetyczne;

(viii) O_2, dopełnienie: oczyszczony N_2;

(ix) C_3H_8, CO, CO_2, NO, dopełnienie: oczyszczony N_2;

(x) C_3H_8, CH_4, CO, CO_2, NO, dopełnienie: oczyszczony N_2;

d) mogą być stosowane gazy innego rodzaju niż te wymienione w lit. c) niniejszego punktu (np. metanol w powietrzu, który może być stosowany do wyznaczania współczynników odpowiedzi), o ile są zgodne w granicach ± 3,0 % z uznanymi normami międzynarodowymi lub krajowymi w odniesieniu do wartości prawdziwej i spełniają wymagania dotyczące stabilności z pkt 9.5.1.2;

e) można wytworzyć własne gazy wzorcowe przy użyciu precyzyjnego urządzenia do mieszania, na przykład rozdzielacza gazów, w celu rozcieńczenia gazów oczyszczonym N_2 lub oczyszczonym powietrzem syntetycznym. Jeżeli rozdzielacze gazów spełniają specyfikacje z pkt 9.4.5.6, a mieszane gazy spełniają wymagania lit. a) i c) niniejszego punktu, otrzymane mieszaniny uznaje się za spełniające wymagania niniejszego pkt 9.5.1.1.

9.5.1.2. Stężenie i data ważności

Należy odnotować stężenie gazu wzorcowego i jego datę ważności określone przez dostawcę gazu.

a) Nie można używać gazu wzorcowego po upływie jego daty ważności, chyba że jest to dozwolone na podstawie lit. b) poniżej.

▼M2

b) Gazy wzorcowe można ponownie oznakować i stosować po upływie ich daty ważności za uprzednią zgodą organu udzielającego homologacji.

▼B

9.5.1.3. Przesył gazów

Przesył gazów od źródła do analizatorów musi się odbywać przy użyciu części, które są przeznaczone do regulowania i przesyłania tylko danych rodzajów gazów.

▼M2

_____

▼B

9.5.2. Wzorce masy

Stosuje się odważniki wzorcowe do wagi cząstek stałych, które są certyfikowane jako zgodne z uznanymi normami międzynarodowymi lub krajowymi przy poziomie niepewności 0,1 %. Odważniki wzorcowe mogą być certyfikowane przez dowolne laboratorium wzorcujące, które stosuje uznane normy międzynarodowe lub krajowe. Należy dopilnować, aby masa najmniejszego odważnika wzorcowego wynosiła nie więcej niż dziesięciokrotność masy nieużywanego nośnika do pobierania próbek cząstek stałych. W sprawozdaniu z wzorcowania należy również podać gęstość odważników.

▼B

Dodatek 1

Urządzenia pomiarowe liczby emitowanych cząstek stałych

1. **Procedura badań pomiarowych**

1.1. Pobieranie próbek

Liczbę emitowanych cząstek stałych mierzy się poprzez ciągłe pobieranie próbek z układu rozcieńczania przepływu częściowego, zgodnie z opisem w pkt 9.2.3 niniejszego załącznika, bądź z układu rozcieńczania przepływu całkowitego, zgodnie z opisem w pkt 9.2.2 niniejszego załącznika.

1.1.1. Filtrowanie rozcieńczalnika

Rozcieńczalnik stosowany zarówno w układzie pierwotnego rozcieńczania spalin, jak i, w stosownych przypadkach, wtórnego rozcieńczania należy przepuszczać przez filtry spełniające wymagania dotyczące wysokosprawnych filtrów powietrza (HEPA) określone w art. 1 ust. 19. Rozcieńczalnik można ewentualnie przepuszczać przez filtr węglowy przed przepuszczeniem przez filtr HEPA w celu ograniczenia i ustabilizowania stężenia węglowodorów w rozcieńczalniku. Zaleca się umieszczenie dodatkowego filtra cząsteczek gruboziarnistych przed filtrem HEPA i za filtrem węglowym, jeżeli ten ostatni jest stosowany.

1.2. Kompensacja przepływu próbek cząstek stałych – układy rozcieńczania przepływu całkowitego

W celu kompensacji masowego przepływu spalin pobranego z układu rozcieńczania w celu pobrania próbek liczby cząstek stałych, pobrany (przefiltrowany) przepływ masowy należy skierować z powrotem do układu rozcieńczania. Całkowity przepływ masowy w układzie rozcieńczania można ewentualnie korygować matematycznie o pobrany przepływ próbek cząstek stałych. Jeżeli całkowity przepływ masowy pobrany z układu rozcieńczania dla sumy próbkowanej liczby cząstek stałych oraz masy cząstek stałych jest mniejszy niż 0,5 % całkowitego przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w tunelu rozcieńczającym (med), można pominąć korektę lub zawrócenie przepływu.

1.3. Kompensacja przepływu próbek cząstek stałych – układy rozcieńczania przepływu częściowego

1.3.1. W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego, sprawdzając proporcjonalność pobierania próbek, należy uwzględnić przepływ masowy z układu rozcieńczania, z którego pobierane są próbki liczby cząstek stałych. Uzyskuje się to przez wprowadzenie przepływu próbek cząstek stałych z powrotem do układu rozcieńczania przed miernikiem przepływu lub stosując korektę matematyczną zgodnie z opisem w pkt 1.3.2. W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego z pobieraniem próbek z całego przepływu rozcieńczonego należy również skorygować przepływ masowy z próbek liczby cząstek stałych przy obliczaniu masy cząstek stałych zgodnie z opisem w pkt 1.3.3.

1.3.2. Chwilowe natężenie przepływu gazów spalinowych do układu rozcieńczania (qmp), stosowane do sprawdzenia proporcjonalności pobierania próbek, należy skorygować zgodnie z jedną z następujących metod:

a) jeżeli odrzuca się przepływ pobranych próbek cząstek stałych, równanie 6-20 w pkt 8.1.8.6.1 niniejszego załącznika należy zastąpić równaniem (6-29):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (6\text{-}29)$$

▼B

Gdzie:

q_{mdew} przepływ masowy oznacza masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych, w kg/s,

q_{mdw} oznacza masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego, w kg/s,

q_{ex} oznacza masowe natężenie przepływu próbek cząstek stałych, w kg/s.

Sygnał q_{ex} musi być podawany do sterownika układu rozcieńczania przepływu częściowego zawsze z dokładnością mieszczącą się w granicach ±0,1 % q_{mdew} i być przesyłany z częstotliwością co najmniej 1 Hz;

b) jeżeli całkowicie lub częściowo odrzuca się natężenie przepływu pobranych próbek cząstek stałych, ale równoważny przepływ jest kierowany z powrotem do układu rozcieńczania przed urządzeniem do pomiaru przepływu, równanie 6-20 w pkt 8.1.8.6.1 niniejszego załącznika należy zastąpić równaniem (6-30):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (6\text{-}30)$$

Gdzie:

q_{mdew} przepływ masowy oznacza masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych, w kg/s,

q_{mdw} oznacza masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego, w kg/s,

q_{ex} oznacza masowe natężenie przepływu próbek cząstek stałych, w kg/s,

q_{sw} oznacza masowe natężenie przepływu skierowanego z powrotem do tunelu rozcieńczającego w celu skompensowania pobranych próbek cząstek stałych, w kg/s.

Dokładność różnicy między wartościami q_{ex} i q_{sw} przesłanymi do sterownika układu rozcieńczania przepływu częściowego zawsze musi mieścić się w granicach ± 0,1 % q_{mdew}. Sygnał (lub sygnały) powinny być wysyłane z częstotliwością co najmniej 1 Hz.

1.3.3. Korekta pomiaru masy cząstek stałych

Jeżeli przepływ próbek cząstek stałych jest pobierany z układu pełnego próbkowania rozcieńczania przepływu częściowego, masę cząstek stałych (m_{PM}) obliczoną w pkt 2.3.1.1 załącznika VII należy skorygować w następujący sposób, w celu uwzględnienia pobranego przepływu. Korekta jest wymagana nawet wówczas, gdy przefiltrowany pobrany strumień jest kierowany z powrotem do układów rozcieńczania przepływu częściowego, jak pokazano w równaniu (6-31):

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (6\text{-}31)$$

Gdzie:

m_{PM} oznacza masę cząstek stałych określoną zgodnie z pkt 2.3.1.1 załącznika VII, w g/badanie,

m_{sed} oznacza łączną masę rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez tunel rozcieńczający, w kg,

m_{ex} oznacza całkowitą masę rozcieńczonych gazów spalinowych pobranych z tunelu rozcieńczającego i wykorzystanych do próbkowania cząstek stałych, w kg.

1.3.4. Proporcjonalność próbkowania rozcieńczania przepływu częściowego

►M2 Do pomiaru liczby cząstek stałych wykorzystuje się masowe natężenie przepływu spalin, określone zgodnie z jedną z metod opisanych w pkt 2.1.6.1–2.1.6.4 załącznika VII, w celu kontrolowania układu rozcieńczania przepływu częściowego tak, aby pobrana została próbka proporcjonalna do masowego przepływu spalin. ◄ Jakość tej proporcjonalności należy sprawdzić stosując analizę regresji pomiędzy próbką i przepływem spalin, zgodnie z pkt 8.2.1.2 niniejszego załącznika.

1.3.5. Obliczanie liczby cząstek stałych

Sposób określania i obliczania liczby cząstek stałych przedstawiono w dodatku 5 do załącznika VII.

▼B

2. **Urządzenia pomiarowe**

2.1. Specyfikacja

2.1.1. Przegląd układu

2.1.1.1. Układ pobierania próbek cząstek stałych składa się z sondy do pobierania próbek lub z punktu pobierania próbek, pobierających próbkę z wymieszanego jednolicie strumienia w układzie rozcieńczania spalin, zgodnie z opisem w pkt 9.2.2 lub pkt 9.2.3 niniejszego załącznika, z urządzenia zatrzymującego cząstki lotne (VPR), usytuowanego przed licznikiem cząstek stałych (PNC) i z odpowiednich przewodów przesyłowych.

2.1.1.2. Zaleca się umieszczenie preklasyfikatora cząstek stałych według ich wielkości (np. typu cyklonicznego lub udarowego itd.) przed wlotem VPR. Dopuszczalną alternatywą dla stosowania preklasyfikatora rozmiaru cząstek jest sonda do pobierania próbek, funkcjonująca jako odpowiednie urządzenie klasyfikujące według wielkości, takie jak urządzenie przedstawione na rysunku 6.8. W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego, dopuszczalne jest stosowanie takiego samego preklasyfikatora w odniesieniu do masy cząstek stałych i do pobierania próbek cząstek stałych oraz pobieranie próbek cząstek stałych z układu rozcieńczania za preklasyfikatorem. Alternatywnie można stosować oddzielne preklasyfikatory pobierające próbki cząstek stałych z układu rozcieńczania przed preklasyfikatorem masy cząstek stałych.

2.1.2. Wymogi ogólne

2.1.2.1. Punkt pobierania próbek cząstek stałych musi się znajdować w obrębie układu rozcieńczania.

Końcówka sondy do próbkowania lub punkt pobierania próbek cząstek stałych i przewód przesyłowy cząstek stałych (PTT) łącznie stanowią układ przesyłu cząstek stałych (PTS). PTS przenosi próbkę z tunelu rozcieńczającego do wlotu VPR. PTS musi spełniać następujące warunki.

W przypadku układów rozcieńczania przepływu całkowitego i układów rozcieńczania przepływu częściowego do częściowego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt 9.2.3 niniejszego załącznika) sondę do próbkowania należy umieścić blisko osi tunelu, w odległości od 10 do 20 średnic tunelu za punktem wlotu gazu tak, aby była zwrócona w kierunku przeciwnym do przepływu gazu w tunelu, z osią końcówki równoległą do osi tunelu rozcieńczającego. Sondę do próbkowania należy umieścić w przewodzie rozcieńczania, tak aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego do całkowitego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt 9.2.3 niniejszego załącznika) punkt pobierania próbek cząstek stałych lub sonda do próbkowania muszą być usytuowane w przewodzie przesyłowym cząstek stałych przed oprawą filtra cząstek stałych, urządzeniem do pomiaru przepływu i jakimkolwiek punktem zmiany kierunku próbki/ominięcia. Punkt pobierania próbek lub sonda do próbkowania muszą być tak usytuowane, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin. Wymiary sondy do próbkowania nie mogą zakłócać funkcjonowania układu rozcieńczania przepływu częściowego.

Próbka gazu pobrana przez PTS musi spełniać następujące warunki:

a) w przypadku układów rozcieńczania przepływu całkowitego liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700;

b) w przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700 w PTT, tj. za sondą do próbkowania lub punktem pobierania próbek;

▼B

c) jej czas przebywania w PTS wynosi maksymalnie 3 sekundy.

d) każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku PTS, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

e) przewód wylotowy (OT), przez który rozcieńczona próbka dociera z VPR do wlotu PNC, musi mieć następujące właściwości:

f) wewnętrzna średnica wynosi co najmniej 4 mm;

g) czas przepływu próbki gazu przez OT wynosi maksymalnie 0,8 sekundy.

h) każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku OT, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

2.1.2.2. VPR obejmuje urządzenia służące do rozcieńczania próbek i do usuwania cząstek lotnych.

2.1.2.3. Wszystkie części układu rozcieńczania i układu pobierania próbek od rury wydechowej do PNC stykające się z nierozcieńczonymi i rozcieńczonymi gazami spalinowymi są tak zaprojektowane, aby w jak największym stopniu ograniczyć osadzanie się cząstek stałych. Wszystkie części są wykonane z materiałów przewodzących elektryczność, które nie wchodzą w reakcję ze składnikami gazów spalinowych, i są uziemione w celu wyeliminowania wpływu pola elektrycznego.

2.1.2.4. Układ pobierania próbek cząstek stałych musi być zgodny z dobrą praktyką pobierania próbek aerozolu, która obejmuje unikanie ostrych łuków rurowych i nagłych zmian przekroju, stosowanie gładkich powierzchni wewnętrznych i ograniczenie długości ciągu pobierania próbek do niezbędnego minimum. Dopuszcza się stopniowe zmiany przekroju.

2.1.3. Wymagania szczególne

2.1.3.1. Próbka cząstek stałych nie może przechodzić przez pompę, zanim nie przejdzie przez PNC.

2.1.3.2. Zaleca się stosowanie preklasyfikatora próbek.

2.1.3.3. Jednostka wstępnego kondycjonowania próbki musi:

2.1.3.3.1. być w stanie rozcieńczyć próbkę co najmniej jednoetapowo, w celu osiągnięcia stężenia liczbowego cząstek stałych poniżej górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC i w temperaturze gazu poniżej 308 K (35 °C) na wlocie do PNC;

2.1.3.3.2. obejmować etap wstępnego rozcieńczania w podwyższonej temperaturze, które daje próbkę o temperaturze ≥423 K (150 °C) i maksymalnie 673 K (400 °C) i rozcieńcza ją co najmniej 10-krotnie;

2.1.3.3.3. ►M2 utrzymywać stałe nominalne temperatury robocze na etapach rozcieńczania przebiegającego w podwyższonej temperaturze, w zakresie określonym w pkt 2.1.3.3.2, z tolerancją ± 10 K (± 10 °C). ◄ Musi wskazywać, czy etapy przeprowadzane w podwyższonej temperaturze mają właściwą temperaturę działania;

2.1.3.3.4. w przypadku cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm i 50 nm pozwalać uzyskać współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych (f_r (d_i)), zgodnie z opisem w pkt 2.2.2.2 poniżej, który nie jest wyższy o więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % i nie jest niższy o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek o średnicą ruchliwości elektrycznej 100 nm, dla VPR jako całości;

▼B

2.1.3.3.5. pozwala również uzyskać odparowanie ponad 99,0 % cząstek stałych tetrakontanu (CH_3 $(CH_2)_{38}CH_3$) o średnicy 30 nm, których stężenie na wlocie wynosi co najmniej 10 000 cm^{-3}, w efekcie podgrzewania i redukcji ciśnień cząstkowych tetrakontanu.

2.1.3.4. PNC musi:

2.1.3.4.1. funkcjonować w warunkach pełnego przepływu;

2.1.3.4.2. zapewniać dokładność zliczania ± 10 % w zakresie od 1 cm^{-3} do górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC według wzorca odniesienia. Przy stężeniach poniżej 100 cząstek/cm^{-3} mogą być wymagane pomiary uśrednione dla przedłużonych okresów próbkowania, w celu wykazania dokładności PNC z wysokim stopniem pewności statystycznej;

2.1.3.4.3. zapewniać odczytywalność co najmniej 0,1 cząstek stałych na cm^{-3} przy stężeniach poniżej 100 cząstek /cm^{-3};

2.1.3.4.4. charakteryzować się liniową odpowiedzią na dawkę stężenia cząstek stałych w całym zakresie pomiarowym w trybie zliczania pojedynczych cząstek;

2.1.3.4.5. charakteryzować się częstotliwością przekazywania danych wynoszącą co najmniej 0,5 Hz;

2.1.3.4.6. charakteryzować się czasem odpowiedzi w zakresie mierzonego stężenia poniżej 5 s;

2.1.3.4.7. mieć wbudowaną funkcję korekcji koincydencji do poziomu maksymalnego 10 % i ewentualnie wykorzystywać współczynnik wewnętrznego wzorcowania, zgodnie z opisem w pkt 2.2.1.3, ale bez żadnego innego algorytmu umożliwiającego korektę lub określanie skuteczności zliczania;

2.1.3.4.8. zapewniać sprawność zliczania dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 23 nm (± 1 nm) i 41 nm (± 1 nm), wynoszącą odpowiednio 50 % (± 12 %) i > 90 %. Takie sprawności zliczania można osiągnąć za pomocą środków wewnętrznych (np. kontroli konstrukcji przyrządów) lub zewnętrznych (np. preklasyfikacja rozmiaru);

2.1.3.4.9. jeżeli PNC wymaga stosowania płynu roboczego, należy go wymieniać z częstotliwością określoną przez producenta przyrządu.

2.1.3.5. Jeżeli ciśnienie lub temperatura na wlocie PNC nie utrzymuje się na znanym stałym poziomie, na którym kontrolowane jest natężenie przepływu w PNC, należy je mierzyć i zgłaszać w celu skorygowania pomiarów stężenia cząstek stałych do warunków standardowych.

2.1.3.6. Suma czasu przebywania w PTS, VPR i OT oraz czasu odpowiedzi PNC nie może przekraczać 20 s.

2.1.3.7. Czas przekształcenia w całym układzie pobierania próbek liczby cząstek stałych (PTS, VPR, OT i PNC) należy oznaczać poprzez wprowadzenie aerozolu bezpośrednio na wlocie do PTS. Przełączanie aerozolu należy przeprowadzić w czasie krótszym niż 0,1 s. Aerozol wykorzystywany podczas badania musi wywoływać zmianę stężenia co najmniej o 60 % pełnej skali.

Ślad stężenia należy rejestrować. W odniesieniu do zestrojenia czasowego sygnałów stężenia liczbowego cząstek stałych i przepływu spalin, czas przekształcenia definiuje się jako okres czasu od zmiany (t_0) do momentu, kiedy reakcja wynosi 50 % odczytu końcowego (t_{50}).

▼B

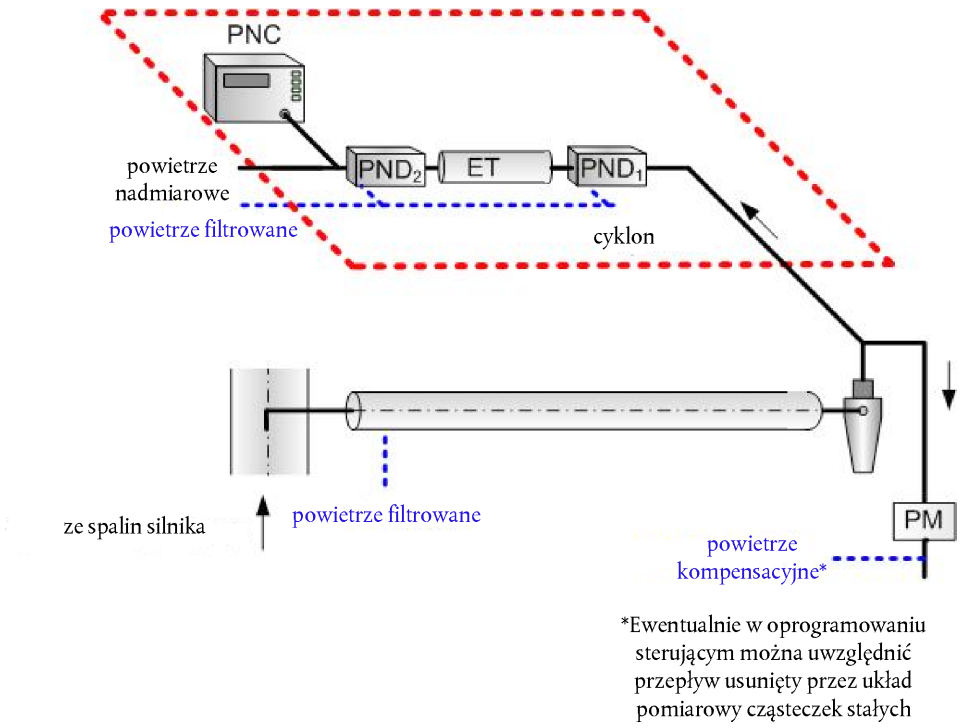
2.1.4. Opis zalecanego układu

Niniejszy punkt zawiera zalecane praktyki w odniesieniu do pomiaru liczby cząstek stałych. Dopuszcza się jednak każdy układ, spełniający wymagania eksploatacyjne zawarte w pkt 2.1.2 i 2.1.3.

Rysunki 6.9 i 6.10 przedstawiają schematy zalecanych konfiguracji układu pobierania próbek cząstek stałych, należących odpowiednio do układu rozcieńczania częściowego i całkowitego przepływu spalin.

Rysunek 6.9

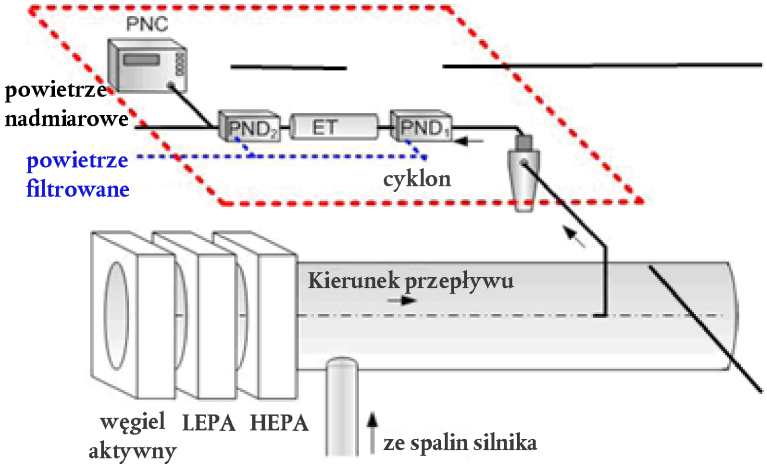
Schemat zalecanego układu pobierania próbek cząstek stałych – próbkowanie częściowego przepływu spalin



▼M2

Rysunek 6.10

Schemat zalecanego układu pobierania próbek cząstek stałych – próbkowanie pełnego przepływu spalin



▼B

2.1.4.1. Opis układu pobierania próbek

Układ pobierania próbek cząstek stałych musi składać się z końcówki sondy do próbkowania lub punktu pobierania próbek cząstek stałych w układzie rozcieńczania, przewodu przesyłowego cząstek stałych (PTT), preklasyfikatora cząstek stałych (PCF) oraz urządzenia zatrzymującego cząstki lotne (VPR) przed licznikiem stężenia liczbowego cząstek stałych (PNC). VPR musi obejmować urządzenia służące do rozcieńczania próbek (rozcieńczalników cząstek stałych: PND_1 i PND_2) i do odparowywania cząstek stałych (przewodu odparowującego – ET). Sondę do próbkowania lub punkt pobierania próbek, w przypadku badania przepływu gazu, należy umieścić w przewodzie rozcieńczania w taki sposób, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin. Suma czasu przebywania w układzie i czasu odpowiedzi PNC nie może przekraczać 20 s.

2.1.4.2. Układ przesyłu cząstek stałych

Końcówka sondy do próbkowania lub punkt pobierania próbek cząstek stałych i przewód przesyłowy cząstek stałych (PTT) łącznie stanowią układ przesyłu cząstek stałych (PTS). PTS przenosi próbkę z tunelu rozcieńczającego do wlotu pierwszego rozcieńczalnika liczby cząstek stałych. PTS musi spełniać następujące warunki.

W przypadku układów rozcieńczania przepływu całkowitego i układów rozcieńczania przepływu częściowego do częściowego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt 9.2.3 niniejszego załącznika) sondę do próbkowania należy umieścić blisko osi tunelu, w odległości od 10 do 20 średnic tunelu za punktem wlotu gazu tak, aby była zwrócona w kierunku przeciwnym do przepływu gazu w tunelu, z osią końcówki równoległą do osi tunelu rozcieńczającego. Sondę do próbkowania należy umieścić w przewodzie rozcieńczania, tak aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego do całkowitego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt 9.2.3 niniejszego załącznika), punkt pobierania próbek cząstek stałych musi być usytuowany w przewodzie przesyłowym cząstek stałych przed oprawą filtra cząstek stałych, urządzeniem do pomiaru przepływu i jakimkolwiek punktem zmiany kierunku próbki/ominięcia. Punkt pobierania próbek lub sonda do próbkowania muszą być tak usytuowane, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

Próbka gazu pobrana przez PTS musi spełniać następujące warunki:

liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700;

jej czas przebywania w PTS wynosi maksymalnie 3 sekundy.

Każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku PTS, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

Przewód wylotowy (OT), przez który rozcieńczona próbka dociera z VPR do wlotu PNC, musi mieć następujące właściwości:

wewnętrzna średnica wynosi co najmniej 4 mm;

czas przepływu próbki gazu przez OT wynosi maksymalnie 0,8 sekundy.

▼B

Każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku OT, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

2.1.4.3. Preklasyfikator cząstek stałych

Zalecany preklasyfikator cząstek stałych umieszcza się przed VPR. Średnica cząstek stałych preklasyfikatora o 50 % punkcie odcięcia musi mieścić się w granicach od 2,5 μm do 10 μm dla objętościowego natężenia przepływu próbki, wybranego do pobierania próbek emisji cząstek stałych. Preklasyfikator musi zapewniać na wylocie przepływ co najmniej 99 % stężenia masowego wprowadzonych do niego cząstek 1 μm, z natężeniem wybranym do pobierania próbek emisji cząstek stałych. W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego dopuszczalne jest stosowanie takiego samego preklasyfikatora w odniesieniu do masy cząstek stałych i do pobierania próbek liczby cząstek stałych oraz pobieranie próbek cząstek stałych z układu rozcieńczania za preklasyfikatorem. Alternatywnie można stosować oddzielne preklasyfikatory pobierające próbki cząstek stałych z układu rozcieńczania przed preklasyfikatorem masy cząstek stałych.

2.1.4.4. Urządzenie zatrzymujące cząstki lotne (VPR)

VPR musi składać się z jednego rozcieńczalnika liczby cząstek stałych (PND_1), przewodu odparowującego i drugiego rozcieńczalnika (PND_2), połączonych szeregowo. Rozcieńczanie polega na redukcji liczbowego stężenia cząstek stałych w próbce wprowadzanej do miernika stężenia cząstek stałych poniżej górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC oraz na eliminacji nukleacji w próbce. VPR musi wskazywać, czy PND_1 i przewód odparowujący mają właściwą temperaturę roboczą.

VPR musi pozwalać uzyskać odparowanie ponad 99,0 % cząstek stałych tetrakontanu (CH_3 $(CH_2)_{38}CH_3$) o średnicy 30 nm przy stężeniu na wlocie wynoszącym co najmniej 10 000 cm^{-3}, za pomocą podgrzewania i redukcji ciśnień cząstkowych tetrakontanu. W przypadku cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm i 50 nm VPR musi również pozwalać uzyskać współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych (f_r), który nie jest wyższy o więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % i nie jest niższy o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 100 nm, dla VPR jako całości.

2.1.4.4.1. Pierwsze urządzenie do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych (PND1)

Pierwsze urządzenie do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych musi być specjalnie zaprojektowane do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych, a jego temperatura robocza (ścianek) musi mieścić się w granicach od 423 K do 673 K (150 °C do 400 °C). Zadana temperatura ścianek powinna być utrzymywana w tym zakresie na stałym nominalnym poziomie roboczym z tolerancją ± 10 °C i nie powinna przekraczać temperatury ścianek ET (pkt 2.1.4.4.2). Urządzenie to powinno być zasilane powietrzem rozcieńczającym filtrowanym na filtrze HEPA i powinno zapewniać współczynnik rozcieńczenia od 10-krotnego do 200-krotnego.

2.1.4.4.2. Przewód odparowujący (ET)

Na całej długości ET temperatura ścianek musi być utrzymywana na poziomie wyższym lub takim samym jak temperatura pierwszego urządzenia do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych, a temperatura ścianek musi być utrzymywana na stałym nominalnym poziomie roboczym w granicach od 300 °C do 400 °C z tolerancją ± 10 °C.

▼B

2.1.4.4.3. Drugie urządzenie do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych (PND2)

PND_2 musi być specjalnie zaprojektowany do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych. Urządzenie to musi być zasilane powietrzem rozcieńczającym filtrowanym na filtrze HEPA i musi zapewniać utrzymanie współczynnika rozcieńczenia w granicach od 10-krotnego do 30-krotnego. Współczynnik rozcieńczenia PND_2 musi być dobierany w zakresie od 10 do 15, aby stężenie liczbowe cząstek stałych za drugim rozcieńczalnikiem było mniejsze niż górna granica trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC, a temperatura gazu przed wprowadzeniem do PNC była mniejsza niż 35 °C.

2.1.4.5. Licznik cząstek stałych (PNC)

PNC musi spełniać wymagania określone w pkt 2.1.3.4.

2.2. Kalibracja/walidacja układu pobierania próbek cząstek stałych ([1])

2.2.1. Kalibracja licznika cząstek stałych

2.2.1.1 Służba techniczna zapewnia dostępność świadectwa wzorcowania PNC, wykazującego zgodność z wzorcem odniesienia w okresie 12 miesięcy poprzedzających badanie emisji.

2.2.1.2. Każdorazowo po przeprowadzeniu ważnych czynności obsługowych należy ponownie kalibrować PNC i wydawać nowe świadectwo wzorcowania.

2.2.1.3. Należy zapewnić zgodność wzorcowania ze standardową metodą wzorcowania:

a) poprzez porównanie reakcji kalibrowanego PNC z reakcją skalibrowanego elektrometru do aerozoli, przy jednoczesnym próbkowaniu kalibracyjnych cząstek stałych sklasyfikowanych elektrostatycznie; lub

b) poprzez porównanie reakcji kalibrowanego PNC z reakcją drugiego PNC, który został skalibrowany przy użyciu powyższej metody.

W przypadku elektrometru kalibrację należy przeprowadzać, stosując co najmniej sześć standardowych stężeń, rozłożonych możliwie jak najbardziej równomiernie w zakresie pomiaru PNC. Punkty te obejmują punkt nominalnego stężenia zerowego, uzyskany dzięki podłączeniu filtrów HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wejściu każdego instrumentu. Jeżeli do kalibrowanego PNC nie stosuje się żadnego współczynnika wzorcowania, zmierzone stężenia muszą mieścić się w granicach ±10 % standardowego stężenia w odniesieniu do każdego zastosowanego stężenia, z wyjątkiem punktu zero, w innym przypadku należy odrzucić kalibrowany PNC. Należy obliczyć i zanotować gradient regresji liniowej dwóch zestawów danych. W odniesieniu do PNC poddanego wzorcowaniu stosuje się współczynnik wzorcowania równy odwrotności gradientu. Liniowość odpowiedzi jest obliczana jako kwadrat współczynnika korelacji liniowej Pearsona (R^2) dwóch zestawów danych i musi wynosić co najmniej 0,97. Przy obliczaniu zarówno gradientu, jak i R^2 regresję liniową należy przeprowadzić przez punkt wyjściowy (stężenie zerowe w obu instrumentach).

([1]) Przykłady metod wzorcowania/walidacji są dostępne na stronie: www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp

▼B

W przypadku wzorcowego PNC kalibrację należy przeprowadzać, stosując co najmniej sześć standardowych stężeń mieszczących się w zakresie pomiaru PNC. W co najmniej 3 punktach stężenie wynosi mniej niż 1 000 cm^{-3}, pozostałe wartości stężenia są rozłożone liniowo między 1 000 cm^{-3} a maksymalnym stężeniem w zakresie PNC w trybie zliczania pojedynczych cząstek. Punkty te obejmują punkt nominalnego stężenia zerowego, uzyskany dzięki podłączeniu filtrów HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wejściu każdego instrumentu. Jeżeli do kalibrowanego PNC nie stosuje się żadnego współczynnika wzorcowania, zmierzone stężenia powinny mieścić się w granicach ± 10 % standardowego stężenia w odniesieniu do każdego zastosowanego stężenia z wyjątkiem punktu zero, w innym przypadku należy odrzucić kalibrowany PNC. Należy obliczyć i zanotować gradient regresji liniowej dwóch zestawów danych. W odniesieniu do PNC poddanego wzorcowaniu stosuje się współczynnik wzorcowania równy odwrotności gradientu. Liniowość odpowiedzi jest obliczana jako kwadrat współczynnika korelacji liniowej Pearsona (R^2) dwóch zestawów danych i musi wynosić co najmniej 0,97. Przy obliczaniu zarówno gradientu, jak i R^2 regresję liniową należy przeprowadzić przez punkt wyjściowy (stężenie zerowe w obu instrumentach).

2.2.1.4. Wzorcowanie musi obejmować również kontrolę zgodności z wymaganiami zawartymi w pkt 2.1.3.4.8, dotyczącymi skuteczności wykrywania przez PNC cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 23 nm. Kontrola skuteczności zliczania cząstek stałych o średnicy 41 nm nie jest wymagana.

2.2.2. Wzorcowanie/walidacja urządzenia zatrzymującego cząstki lotne

2.2.2.1. Wzorcowanie współczynników redukcji stężenia cząstek stałych VPR, przy pełnym zakresie jego ustawień rozcieńczania w ustalonych nominalnych temperaturach roboczych, wymagana jest jedynie w przypadku nowego urządzenia i przeprowadzenia ważnych czynności obsługowych. Wymóg okresowej walidacji współczynnika redukcji stężenia cząstek stałych VPR ogranicza się do kontroli przy pojedynczym ustawieniu, typowym dla urządzeń stosowanych do pomiarów w maszynach mobilnych nieporuszających się po drogach wyposażonych w filtr cząstek stałych w silnikach Diesla. Służba techniczna zapewnia dostępność świadectwa wzorcowania lub walidacji urządzenia zatrzymującego cząstki lotne w okresie 6 miesięcy poprzedzających badanie emisji. Jeżeli urządzenie zatrzymujące cząstki lotne posiada wbudowane alarmy monitorowania temperatury, dopuszczalny jest 12-miesięczny przedział czasu między kontrolami.

VPR musi charakteryzować się współczynnikiem redukcji stężenia cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, 50 nm i 100 nm. W przypadku cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej o 30 nm i 50 nm współczynniki redukcji stężenia cząstek stałych ($f_r(d)$) nie mogą być wyższe o więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % oraz nie mogą być niższe o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 100 nm. Dla celów walidacji średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych musi się mieścić w granicach ±10 % średniego współczynnika redukcji stężenia cząstek stałych ($\bar{f}_r$) określonego podczas wstępnego wzorcowania VPR.

2.2.2.2. Aerozol stosowany w tych pomiarach musi składać się z cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, 50 nm i 100 nm i mieć minimalne stężenie wynoszące 5 000 cm^{-3} na wlocie VPR. Stężenia cząstek stałych należy mierzyć przed częściami układu i za nimi.

▼B

Współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych należy obliczać dla każdej wielkości cząstki stałej (f_r (d_i)) za pomocą równania (6-32):

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (6\text{-}32)$$

Gdzie:

N_{in} (d_i) oznacza stężenie liczby cząstek stałych przed elementami układu w przypadku cząstek stałych o średnicy d_i

N_{out} (d_i) oznacza stężenie liczby cząstek stałych za elementami układu w przypadku cząstek stałych o średnicy d_i

d_i oznacza średnicę ruchliwości elektrycznej cząstek stałych (30, 50 lub 100 nm)

N_{in} (d_i) i N_{out} (d_i) należy skorygować dla tych samych warunków.

Średnią redukcję stężenia cząstek stałych ($\overline{f}_r$) przy danym ustawieniu rozcieńczania oblicza się za pomocą równania (6-33):

$$\overline{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (6\text{-}33)$$

Zaleca się wzorcowanie i walidację VPR jako całej jednostki.

2.2.2.3. Służba techniczna zapewnia dostępność świadectwa walidacji VPR wykazującego efektywność redukcji cząstek lotnych w okresie 6 miesięcy poprzedzających badanie emisji. Jeżeli urządzenie zatrzymujące cząstki lotne posiada wbudowane alarmy monitorowania temperatury, dopuszczalny jest 12-miesięczny przedział czasu między kontrolami. VPR musi wykazywać sprawność zatrzymywania ponad 99,0 % cząstek stałych tetrakontanu (CH_3 $(CH_2)_{38}CH_3$) o średnicy ruchliwości elektrycznej co najmniej 30 nm przy stężeniu na wlocie wynoszącym co najmniej 10 000 cm^{-3} w przypadku ustawienia na minimalne rozcieńczanie i temperatury roboczej zalecanej przez producentów.

2.2.3. Procedury kontroli układu pomiarowego cząstek stałych

2.2.3.1. Przed każdym badaniem licznik cząstek stałych musi podać zmierzone stężenie poniżej 0,5 cm^{-3} cząstek stałych, jeżeli na wlocie całego układu pobierania próbek cząstek stałych (VPR i PNC) zainstalowany jest filtr HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej.

2.2.3.2. Raz w miesiącu przepływ spalin do licznika cząstek stałych sprawdzany za pomocą przepływomierza poddanego wzorcowaniu musi sygnalizować zmierzoną wartość w zakresie 5 % nominalnego stężenia przepływu w liczniku cząstek stałych.

2.2.3.3. Codziennie, po podłączeniu filtra HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wlocie licznika cząstek stałych, licznik musi podawać stężenie wynoszące maksymalnie 0,2 cm^{-3}. Po odłączeniu filtra licznik cząstek stałych musi wskazać wzrost mierzonego stężenia do poziomu co najmniej 100 cm^{-3} cząstek stałych w powietrzu atmosferycznym i ponowny spadek do maksymalnie 0,2 cm^{-3} po ponownym zainstalowaniu filtra HEPA.

2.2.3.4. Przed rozpoczęciem każdego badania należy potwierdzić, że układ pomiarowy wskazuje, że przewód odparowujący – jeżeli znajduje się w układzie – osiągnął prawidłową temperaturę działania.

2.2.3.5. Przed rozpoczęciem każdego badania należy potwierdzić, że układ pomiarowy wskazuje, że rozcieńczalnik PND_1 osiągnął prawidłową temperaturę działania.

▼B

Dodatek 2

Wymagania dotyczące montażu wyposażenia i urządzeń pomocniczych

Numer	Urządzenia pomocnicze i wyposażenie	Montaż do celów badania emisji
1	Układ dolotowy	
	Kolektor dolotowy	Tak
	Układ sterowania emisją ze skrzyni korbowej	Tak
	Przepływomierz powietrza	Tak
	Filtr powietrza	Tak ([a])
	Tłumik szmerów ssania	Tak ([a])
2	Układ wydechowy	
	Układ wtórnej obróbki spalin	Tak
	Kolektor wydechowy	Tak
	Przewody łączące	Tak ([b])
	Tłumik	Tak ([b])
	Rura wydechowa	Tak ([b])
	Hamulec wydechowy	Nie ([c])
	Urządzenie doładowujące	Tak
3	Pompa paliwowa zasilająca	Tak ([d])
4	Urządzenia wtrysku paliwa	
	Filtr wstępny	Tak
	Filtr	Tak
	Pompa	Tak
5	Przewód wysokociśnieniowy	Tak
	Wtryskiwacz	Tak
	Elektroniczna jednostka sterująca, czujniki itp.	Tak
	Układ regulacji/sterowania	Tak
	Automatyczne odcinanie pełnego obciążenia na listwie sterującej w zależności od warunków atmosferycznych	Tak
6	Układ chłodzenia cieczą	
	Chłodnica	Nie
	Wentylator	Nie
	Osłona wentylatora	Nie
	Pompa wodna	Tak ([e])
	Termostat	Tak ([f])
7	Chłodzenie powietrzem	
	Osłona	Nie ([g])
	Wentylator lub dmuchawa	Nie ([g])
	Regulator temperatury	Nie

▼B

Numer	Urządzenia pomocnicze i wyposażenie	Montaż do celów badania emisji
8	Urządzenie doładowujące	
	Sprężarka napędzana bezpośrednio przez silnik lub przez układu wydechowy	Tak
	Chłodnica powietrza doładowującego	Tak ([g]) ([h])
	Pompa cieczy chłodzącej lub wentylator (napędzany przez silnik)	Nie ([g])
	Regulator przepływu cieczy chłodzącej	Tak
9	Pomocniczy wentylator dla stanowiska badawczego	Tak, w razie konieczności
10	Urządzenie ograniczające emisję zanieczyszczeń	Tak
11	Urządzenie rozruchowe	Tak, lub wyposażenie stanowiska badawczego ([i])
12	Pompa oleju układu smarowania	Tak
13	Niektóre urządzenia pomocnicze, których działanie jest związane z działaniem maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach i które można zamontować na silniku, należy usunąć na czas badania. Niżej podano przykładowe urządzenia: (i) sprężarka układu hamulcowego; (ii) sprężarka układu wspomagania układu kierowniczego; (iii) sprężarka układu zawieszenia; (iv) układ klimatyzacji.	Nie

([a]) Kompletny układ dolotowy właściwy dla danego zastosowania należy zainstalować w następujących przypadkach:
(i) jeżeli istnieje ryzyko istotnego wpływu na moc silnika;
(ii) jeżeli wymaga tego producent.
W pozostałych przypadkach można zastosować układ równoważny, przy czym należy sprawdzić, czy ciśnienie wlotowe nie różni się o więcej niż 100 Pa od górnej wartości granicznej określonej przez producenta dla czystego filtra powietrza.

([b]) Kompletny układ wydechowy właściwy dla danego zastosowania należy zainstalować w następujących przypadkach:
(i) jeżeli istnieje ryzyko istotnego wpływu na moc silnika;
(ii) jeżeli wymaga tego producent.
W pozostałych przypadkach można zastosować układ równoważny, przy czym należy sprawdzić, czy zmierzone ciśnienie nie różni się o więcej niż 1 000 Pa od górnej wartości granicznej określonej przez producenta.

([c]) Jeżeli z silnikiem zespolony jest hamulec układu wydechowego, przepustnica musi być ustawiona w pozycji pełnego otwarcia.

([d]) W razie konieczności można wyregulować ciśnienie doprowadzenia paliwa, tak by odpowiadało wartości dla danego zastosowania silnika (szczególnie jeżeli stosowany jest układ „powrotu paliwa").

([e]) Obieg cieczy chłodzącej musi być napędzany tylko przez pompę wodną silnika. Chłodzenie cieczy może odbywać się za pomocą zewnętrznego obiegu, tak by straty ciśnienia w tym obiegu oraz ciśnienie przy wlocie pompy pozostawały zasadniczo takie same jak odpowiednie wartości w układzie chłodzącym silnika.

([f]) Termostat może być ustawiony w położeniu pełnego otwarcia.

([g]) Gdy do badania używa się dmuchawy lub wentylatora chłodzącego, pobraną moc należy dodać do wyniku, z wyjątkiem wentylatorów chłodzących w silnikach chłodzonych powietrzem, które zamontowane są bezpośrednio na wale korbowym. Moc wentylatora lub dmuchawy ustala się przy prędkościach obrotowych stosowanych w badaniu, poprzez obliczenie na podstawie typowej charakterystyki bądź poprzez badania praktyczne.

([h]) Silniki z chłodnicą powietrza doładowującego bada się z włączonym układem chłodzenia powietrza doładowującego cieczą lub powietrzem, z tym że na wniosek producenta chłodnicę powietrza można zastąpić układem stosowanym na stanowisku badawczym. W obu przypadkach pomiar mocy przy każdej prędkości obrotowej wykonuje się na stanowisku pomiarowym przy maksymalnym spadku ciśnienia i minimalnym spadku temperatury powietrza w silniku w chłodnicy powietrza doładowującego, określonych przez producenta.

([i]) Zasilanie elektrycznego lub innego typu układu rozruchowego musi pochodzić ze stanowiska badawczego.

▼B

Dodatek 3

Weryfikacja sygnału momentu obrotowego nadawanego za pośrednictwem elektronicznej jednostki sterującej

1. **Wprowadzenie**

Niniejszy dodatek ma na celu określenie wymogów weryfikacji w przypadku, gdy producent zamierza zastosować sygnał momentu obrotowego nadawany za pośrednictwem elektronicznej jednostki sterującej, w przypadku silników wyposażonych w taką jednostkę, podczas przeprowadzania badania polegającego na monitorowaniu w trakcie eksploatacji zgodnie z rozporządzeniem delegowanym (UE) 2017/655 w sprawie monitorowania emisji silników w trakcie eksploatacji.

Podstawą momentu obrotowego netto jest nieskorygowany moment obrotowy netto uzyskany przez silnik wraz z wyposażeniem i urządzeniami pomocniczymi, które należy włączyć do badania emisji zgodnie z dodatkiem 2.

2. **Sygnał momentu obrotowego ECU**

W odniesieniu do silników zamontowanych na stanowisku pomiarowym w celu przeprowadzenia procedury odwzorowania charakterystyki silników należy zapewnić odczyt sygnału momentu obrotowego nadanego przez ECU zgodnie z wymogami określonymi w dodatku 6 załącznika I do rozporządzenia delegowanego (UE) 2017/655 w sprawie monitorowania emisji silników w trakcie eksploatacji.

3. **Procedura weryfikacji**

Przeprowadzając procedurę odwzorowania charakterystyki silników zgodnie z pkt 7.6.2 niniejszego załącznika, odczyty momentu obrotowego mierzonego za pomocą hamulca dynamometrycznego oraz momentu obrotowego nadawanego przez ECU należy odnotować jednocześnie w co najmniej trzech punktach na krzywej momentu obrotowego. Co najmniej jeden z odczytów należy odnotować w punkcie krzywej, w którym moment obrotowy wynosi nie mniej niż 98 % wartości maksymalnej.

►M2 Sygnał momentu obrotowego nadawany przez ECU akceptuje się bez korekty, jeżeli w każdym punkcie, w którym dokonano pomiarów, współczynnik obliczony poprzez podzielenie wartości momentu obrotowego z hamulca dynamometrycznego przez wartość momentu obrotowego z elektronicznej jednostki sterującej wynosi nie mniej niż 0,93 (tj. różnica wynosi maksymalnie 7 %). ◄ W takim przypadku w świadectwie homologacji typu odnotowuje się, że sygnał momentu obrotowego nadawany przez ECU został zweryfikowany bez korekty. Jeżeli w co najmniej jednym punkcie współczynnik wynosi mniej niż 0,93, na podstawie wszystkich punktów, w których dokonano odczytu, określa się średni współczynnik korekcji i odnotowuje się go w świadectwie homologacji typu. Jeżeli współczynnik został odnotowany w świadectwie homologacji typu, podczas badania polegającego na monitorowaniu w trakcie eksploatacji zgodnie z rozporządzeniem delegowanym (UE) 2017/655 w sprawie monitorowania emisji silników w trakcie eksploatacji, współczynnik ten stosuje się w odniesieniu do sygnału momentu obrotowego nadawanego przez elektroniczną jednostkę sterującą.

▼B

Dodatek 4

Procedura pomiaru amoniaku

1. W niniejszym dodatku opisano procedurę pomiaru amoniaku (NH_3). W przypadku analizatorów nieliniowych dopuszcza się używanie obwodów linearyzujących.

2. Do pomiaru NH_3 określone są dwie zasady pomiaru i można zastosować dowolną z nich, o ile spełnia ona kryteria określone odpowiednio w pkt 2.1, 2.2 lub 2.3. Nie zezwala się na stosowanie suszarek gazu przy pomiarze NH_3.

2.1. Analizator podczerwieni z transformacją Fouriera (zwany dalej „FTIR")

2.1.1. Zasada pomiaru

FTIR wykorzystuje zasadę spektroskopii szerokopasmowej w podczerwieni. Umożliwia to jednoczesny pomiar składników spalin, których znormalizowane widma są dostępne w przyrządzie. Widmo absorpcyjne (natężenie/długość fali) oblicza się na podstawie zmierzonego interferogramu (natężenie/czas) metodą transformacji Fouriera.

2.1.2. Instalacja i pobieranie próbek

FTIR instaluje się zgodnie z instrukcjami producenta przyrządu. Do oceny wybiera się długość fali NH_3. Ścieżkę próbki (ciąg pobierania próbek, filtry wstępne i zawory) wykonuje się z nierdzewnej stali lub PTFE i podgrzewa się ją do temperatury od 383 K (110 °C) do 464 K (191 °C) w celu minimalizacji strat NH_3 i błędów związanych z próbkowaniem. Ponadto ciąg pobierania próbek musi być możliwie jak najkrótszy.

2.1.3. Wzajemne zakłócenia

Rozdzielczość widmowa długości fali NH_3 musi się mieścić w granicach 0,5 cm^{-1}, aby ograniczyć do minimum wzajemne zakłócenia ze strony innych gazów obecnych w gazach spalinowych.

2.2. Bezdyspersyjny analizator absorpcji rezonansowej nadfioletu (zwany dalej „NDUV")

2.2.1. Zasada pomiaru

NDUV opiera się na zasadzie czysto fizycznej, nie ma potrzeby stosowania żadnych gazów pomocniczych ani sprzętu pomocniczego. Głównym elementem fotometru jest bezelektrodowa lampa wyładowcza. Wytwarza ona intensywne promieniowanie ultrafioletowe, umożliwiając przeprowadzenie pomiaru szeregu składników takich jak NH_3.

Układ fotometryczny posiada ustawienie podwójnej wiązki w projekcie czasu w celu wytworzenia wiązki pomiarowej i wiązki odniesienia przy zastosowaniu techniki korelacji filtra.

Aby osiągnąć wysoką stabilność sygnału pomiarowego, podwójna wiązka w projekcie czasu jest połączona z podwójną wiązką w projekcie przestrzeni. Przetwarzanie sygnałów detektora powoduje niemal niezauważalny wzrost wskaźnika pełzania punktu zerowego.

W trybie wzorcowania analizatora zamkniętą celę kwarcową przechyla się na drogę wiązki w celu uzyskania dokładnej wartości wzorcowania, ponieważ skompensowano wszelkie straty odbicia i absorpcji okien. Ponieważ wypełnienie gazowe celi jest bardzo stabilne, przedmiotowa metoda wzorcowania pozwala uzyskać bardzo stabilną długoterminową stabilność fotometru.

▼B

2.2.2. Montaż

Analizator instaluje się w szafce analizatora, stosując ekstrakcyjną metodę pobierania próbek zgodnie z instrukcjami producentów przyrządów. Miejsce, w którym znajduje się analizator, powinno być w stanie utrzymać ciężar określony przez producenta.

Ścieżkę próbki (ciąg pobierania próbek, filtr(-y) wstępny(-e) i zawory) wykonuje się z nierdzewnej stali lub PTFE i podgrzewa się ją do temperatury od 383 K (110 °C) do 464 K (191 °C).

Ponadto ciąg pobierania próbek musi być jak najkrótszy. Wpływ temperatury i ciśnienia spalin, otoczenia instalacji i drgań na pomiar należy ograniczyć do minimum.

Analizator gazowy należy chronić przed zimnem, ciepłem, zmianami temperatury oraz silnymi prądami powietrza, nagromadzeniem pyłów, warunkami atmosferycznymi powodującymi korozję oraz wibracjami. Aby uniknąć nagromadzenia ciepła, należy zapewnić odpowiednią cyrkulację powietrza. Należy wykorzystać cała powierzchnię do odprowadzania ciepła.

2.2.3. Czułość krzyżowa

Należy wybrać odpowiedni zakres widma, aby zminimalizować wzajemne zakłócenia gazów towarzyszących. Do typowych składników powodujących czułość krzyżową pomiaru NH_3 należą SO_2, NO_2 i NO.

Ponadto można zastosować dodatkowe metody w celu zmniejszenia czułości krzyżowej:

a) stosowanie filtrów przeciwzakłóceniowych;

b) rekompensata czułości krzyżowej poprzez pomiar składników czułości krzyżowej i zastosowanie sygnału pomiarowego do rekompensaty.

2.3. Laserowy analizator podczerwieni

2.3.1. Zasada pomiaru

Laser wykorzystujący podczerwień, taki jak przestrajalny laser diodowy (TDL) lub kwantowy laser kaskadowy (QCL), może emitować wiązkę światła spójnego odpowiednio w regionie bliskiej podczerwieni lub w regionie podczerwieni średniej, w których związki azotowe zawierające NH_3 wykazują silną absorpcję. Ze względu na swoje właściwości optyczne lasery te mogą generować wąskopasmowe widmo bliskiej podczerwieni lub podczerwieni średniej w dużej rozdzielczości w trybie pulsacyjnym. W związku z tym laserowy analizator podczerwieni może zmniejszyć zakłócenia spowodowane przez nakładanie się widm współwystępujących składników w spalinach z silnika.

2.3.2. Montaż

Analizator instaluje się bezpośrednio w rurze wydechowej (in situ) lub w szafce analizatora, stosując ekstrakcyjną metodę pobierania próbek zgodnie z instrukcjami producentów przyrządów. W przypadku instalacji w szafce analizatora, ścieżkę próbki (ciąg pobierania próbek, filtr(-y) wstępny(-e) i zawory) wykonuje się z nierdzewnej stali lub PTFE i podgrzewa się ją do temperatury od 383 K (110 °C) do 464 K (191 °C) w celu minimalizacji strat NH_3 i błędów związanych z próbkowaniem. Ponadto ciąg pobierania próbek musi być możliwie jak najkrótszy.

Wpływ temperatury i ciśnienia spalin, otoczenia instalacji i drgań na pomiar należy ograniczyć do minimum lub stosować techniki kompensacji.

▼B

W stosownych przypadkach powietrze osłonowe użyte podczas pomiaru in situ do ochrony przyrządu nie może wpływać na stężenie żadnego składnika spalin mierzonego za urządzeniem w kierunku zgodnym z przepływem, a ponadto nie pobiera się próbek żadnych innych składników spalin przed urządzeniem (w kierunku przeciwległym do przepływu).

2.3.3. Weryfikacja zakłóceń dla laserowych analizatorów NH_3 działających na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (wzajemne zakłócenia)

2.3.3.1. Zakres i częstotliwość

Jeżeli NH_3 mierzy się za pomocą analizatora NDIR, wielkość zakłócenia sprawdza się przy pierwszej instalacji analizatora i po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych.

2.3.3.2. Zasady pomiaru w odniesieniu do weryfikacji zakłóceń

Gazy do sprawdzania zakłócenia mogą powodować zakłócenie dodatnie określonego laserowego analizatora podczerwieni poprzez wywołanie odpowiedzi podobnej do NH_3. Jeżeli w celu spełnienia kryteriów niniejszej weryfikacji w analizatorze stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące pomiary innych gazów, takie pomiary przeprowadzane są jednocześnie, aby sprawdzić algorytmy kompensacji podczas weryfikacji zakłóceń analizatora.

Gazy do sprawdzania zakłóceń laserowego analizatora działającego na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego określa się w drodze właściwej oceny technicznej. Należy zauważyć, że substancje powodujące zakłócenia, z wyjątkiem H_2O, zależą od pasma absorpcji NH_3 w podczerwieni wybranym przez producenta przyrządu. Należy określić pasmo absorpcji NH_3 w podczerwieni w odniesieniu do każdego analizatora. Gazy do sprawdzania zakłócenia, które zostaną wykorzystane w weryfikacji, określa się w drodze właściwej oceny technicznej w odniesieniu do każdego pasma absorpcji NH_3 w podczerwieni.

3. Procedura badań emisji

3.1. Sprawdzanie analizatorów

Przed badaniem emisji zanieczyszczeń wybiera się zakres analizatora. Dozwolone jest stosowanie analizatorów emisji z automatycznym lub manualnym przełączaniem zakresu. W trakcie cyklu badania nie należy przełączać zakresu pomiarowego analizatorów.

Odpowiedź na gaz zerowy i odpowiedź na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego określa się, jeśli do przyrządu nie mają zastosowania przepisy pkt 3.4.2. W przypadku odpowiedzi na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego używa się gazu NH_3 zgodnego ze specyfikacjami zawartymi w pkt 4.2.7. Dopuszcza się użycie komórek odniesienia zawierających gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego NH_3.

3.2. Gromadzenie istotnych danych dotyczących emisji

Z chwilą rozpoczęcia sekwencji badania jednocześnie rozpoczyna się zbieranie danych dotyczących NH_3. Stężenie NH_3 mierzy się w trybie ciągłym i zapisuje w systemie komputerowym z częstotliwością co najmniej 1 Hz.

3.3. Czynności wykonywane po badaniu

Po zakończeniu badania kontynuuje się pobieranie próbek do zakończenia czasu odpowiedzi układu. Określenie błędu pełzania analizatora zgodnie z pkt 3.4.1 wymagane jest tylko wówczas, gdy informacje wymagane w pkt 3.4.2 nie są dostępne.

3.4. Błąd pełzania analizatora

3.4.1. Odpowiedź na gaz zerowy i odpowiedź na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego skali analizatora wyznacza się możliwie jak najszybciej, lecz nie później niż w ciągu 30 minut od zakończenia cyklu badania lub w trakcie okresu wygrzewania. ►M2 Różnica między wynikami uzyskanymi przed badaniem i po badaniu musi być mniejsza niż 2 % pełnej skali. ◄

▼B

3.4.2. Określenie błędu pełzania analizatora nie jest wymagane w następujących sytuacjach:

a) jeżeli błąd pełzania zera i zakresu pomiarowego określony przez producenta przyrządu w pkt 4.2.3 i 4.2.4 spełnia wymagania pkt 3.4.1;

b) jeżeli przedział czasowy dla błędu pełzania zera i zakresu pomiarowego określonego przez producenta przyrządu w pkt 4.2.3 i 4.2.4 przekracza czas trwania badania.

4. Specyfikacja i weryfikacja analizatora

4.1. Wymogi liniowości

Analizator musi spełniać wymogi liniowości określone w tabeli 6.5 niniejszego załącznika. Weryfikację liniowości zgodnie z pkt 8.1.4 niniejszego załącznika przeprowadza się co najmniej tak często, jak określono w tabeli 6.4 niniejszego załącznika. Za uprzednią zgodą organu udzielającego homologacji typu dopuszcza się liczbę punktów odniesienia mniejszą niż 10, jeśli można wykazać równoważną dokładność.

Do weryfikacji liniowości używa się gazu NH_3 zgodnego ze specyfikacjami zawartymi w pkt 4.2.7. Dopuszcza się użycie komórek odniesienia zawierających gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego NH_3.

Przyrządy, których impulsy wykorzystuje się w algorytmach kompensacji, muszą spełniać wymogi liniowości określone w tabeli 6.5 niniejszego załącznika. Weryfikacja liniowości przeprowadzana jest zgodnie z procedurami kontroli wewnętrznej przez producenta przyrządu lub zgodnie z wymaganiami normy ISO 9000.

4.2. Specyfikacje analizatora

Analizator musi mieć zakres pomiaru i czas odpowiedzi odpowiedni dla dokładności wymaganej do mierzenia stężenia NH_3 w warunkach zmiennych i stałych.

4.2.1. Minimalna granica wykrywalności

Analizator musi się charakteryzować minimalną granicą wykrywalności wynoszącą < 2 ppm we wszystkich warunkach badania.

4.2.2. Dokładność

Dokładność, zdefiniowana jako odchylenie odczytu analizatora od wartości odniesienia, nie może przekraczać ± 3 % odczytu lub ± 2 ppm, w zależności od tego, która wartość jest większa.

4.2.3. Błąd pełzania zera

Błąd pełzania zera i odpowiadający mu przedział czasu określa producent przyrządu.

4.2.4. Błąd pełzania zakresu pomiarowego

Błąd pełzania odpowiedzi na gaz wzorcowy do ustawiania zakresu pomiarowego i odpowiadający mu przedział czasu określa producent przyrządu.

4.2.5. Czas odpowiedzi układu

Czas odpowiedzi układu musi wynosić ≤ 20 s.

4.2.6. Czas narastania

Czas narastania analizatora powinien wynosić ≤ 5 s.

4.2.7. Gaz wzorcowy NH_3

Dostępna musi być mieszanina gazów o następującym składzie chemicznym:

NH_3 i oczyszczony azot.

▼B

Rzeczywista wartość stężenia gazu wzorcowego musi mieścić się w granicach ±3 % wartości nominalnej Stężenie NH_3 wyraża się objętościowo (procent objętościowy lub objętość ppm).

▼M2

Należy zapisać datę upływu okresu ważności gazów wzorcowych.

▼B

4.2.8. Procedura weryfikacji zakłóceń

Zakłócenia sprawdza się w następujący sposób:

a) analizator NH_3 uruchamia się, zeruje i ustawia jego zakres pomiarowy tak jak przed badaniem emisji;

b) wytwarza się zwilżony gaz badawczy do sprawdzania zakłócenia poprzez przepuszczenie wieloskładnikowego gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego przez wodę destylowaną w szczelnym naczyniu. Jeżeli próbka nie przechodzi przez osuszacz próbki, temperaturę naczynia reguluje się tak, aby wytworzyć poziom H_2O co najmniej tak duży jak maksymalna wartość przewidywana podczas badania emisji. Stężenie zastosowanego gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego musi być co najmniej takie jak maksymalne stężenie przewidywane w badaniu;

c) zwilżony gaz badawczy do sprawdzania zakłócenia wprowadza się do układu pobierania próbek;

d) mierzy się ułamek molowy wody, x_{H2O}, dla zwilżonego gazu badawczego do sprawdzania zakłócenia jak najbliżej wlotu do analizatora. Na przykład w celu obliczenia x_{H2O} mierzy się punkt rosy T_{dew} i ciśnienie bezwzględne p_{total};

e) stosuje się właściwą ocenę techniczną, aby zapobiec skraplaniu w liniach przesyłowych, łącznikach lub zaworach od punktu, w którym mierzy się x_{H2O}, aż do analizatora;

f) uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się odpowiedzi analizatora;

g) podczas gdy analizator mierzy stężenie próbki, wyniki tych pomiarów rejestruje się przez 30 s. Następnie oblicza się średnią arytmetyczną z tych danych;

h) analizator spełnia kryteria weryfikacji zakłóceń, jeżeli wynik, o którym mowa w lit. g) niniejszego punktu, mieści się w tolerancji określonej w niniejszej sekcji;

i) procedury sprawdzania zakłócenia poszczególnych gazów do sprawdzania zakłócenia można przeprowadzić oddzielnie. Jeżeli zastosowane poziomy gazu do sprawdzania zakłócenia są wyższe niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, każdą zarejestrowaną wartość zakłócenia można pomniejszyć poprzez pomnożenie zarejestrowanej wartości zakłócenia przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Można przeprowadzić odrębne sprawdzanie zakłóceń przy stężeniu H_2O (do wartości minimalnej 0,025 mol/mol H_2O) mniejszym niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, z tym że zarejestrowaną wartość zakłócenia H_2O należy powiększyć poprzez pomnożenie zarejestrowanej wartości zakłócenia przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia H_2O i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Suma pomniejszonych lub powiększonych wartości zakłócenia musi się mieścić w zakresie tolerancji określonym w lit. j) niniejszego punktu;

▼M2

j) zakłócenie analizatora musi mieścić się w granicach ± 2 % odpowiedniej wartości średniej amoniaku (NH_3) określonej w pkt 3.4 załącznika IV.

▼B

5. Układy alternatywne

Organ udzielający homologacji może zatwierdzić inne układy lub analizatory, jeżeli okaże się, że dają one równoważne wyniki w rozumieniu pkt 5.1.1 niniejszego załącznika. W takim przypadku „wyniki” we wspomnianym punkcie odnoszą się do średniego stężenia NH_3 obliczonego dla obowiązującego cyklu.

▼B

Dodatek 5

Opis odpowiedzi układu

1. W niniejszym dodatku opisano rodzaje czasów stosowanych do wyrażenia odpowiedzi układów analitycznych i innych systemów pomiaru na sygnał wejściowy.

2. Zastosowanie mają następujące czasy, jak pokazano na rys. 6-11:

2.1. opóźnienie oznacza różnicę czasu między zmianą składnika do pomiaru w punkcie odniesienia a reakcją układu wynoszącą 10 % odczytu końcowego (t_{10}) przy czym sonda do próbkowania pełni rolę punktu odniesienia;

2.2. czas odpowiedzi oznacza różnicę czasu między zmianą składnika do pomiaru w punkcie odniesienia a reakcją układu wynoszącą 90 % odczytu końcowego (t_{90}) przy czym sonda do próbkowania pełni rolę punktu odniesienia;

2.3. czas narastania oznacza czas między odpowiedzią równą 10 % a 90 % odczytu końcowego ($t_{90} - t_{10}$);

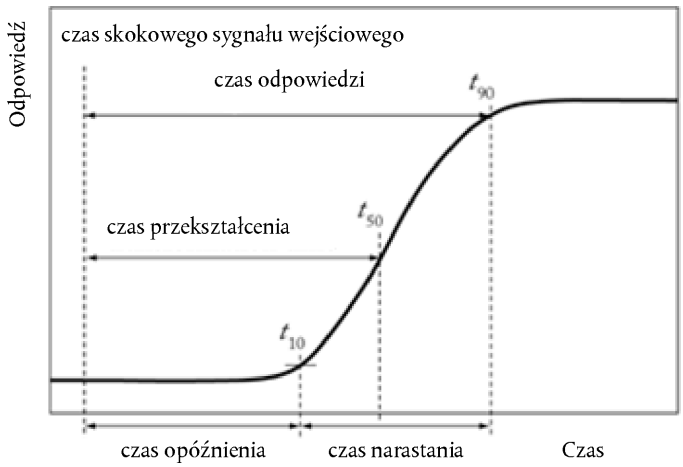
2.4. czas przekształcenia oznacza różnicę czasu między zmianą składnika do pomiaru w punkcie odniesienia a reakcją układu wynoszącą 50 % odczytu końcowego (t_{50}) przy czym sonda do próbkowania pełni rolę punktu odniesienia;

▼M2

2.5. czas przekształcenia jest chwilą, w której następuje zmiana w mierzonych parametrach.

Rysunek 6-11

Ilustracja odpowiedzi układu



▼B

ZAŁĄCZNIK VII

Metody oceny danych i obliczeń

1. **Wymogi ogólne**

Wielkość emisji oblicza się zgodnie z postanowieniami sekcji 2 (obliczenia w oparciu o masę) lub sekcji 3 (obliczenia w oparciu o liczbę moli). Nie zezwala się na łączenie obu tych metod. Prowadzenie obliczeń zgodnie z obiema sekcjami 2 i 3 nie jest wymagane.

Wymogi szczegółowe dotyczące pomiaru liczby cząstek stałych, w stosownych przypadkach, określono w dodatku 5.

1.1. Symbole ogólne

Sekcja 2	Sekcja 3	Jednostka	Ilość
	A	m^2	Powierzchnia
	A_t	m^2	Powierzchnia przekroju poprzecznego gardzieli zwężki Venturiego
b, D_0	a_0	d.u. ([3])	Punkt przecięcia linii regresji z osią y
A/F_{st}		—	Stosunek stechiometryczny powietrza do paliwa
	C	—	Współczynnik
C_d	C_d	—	Współczynnik wypływu
	C_f	—	Współczynnik przepływu
c	x	ppm, % obj.	Stężenie / ułamek molowy (µmol/mol = ppm)
c_d	([1])	ppm, % obj.	Stężenie w stanie suchym
c_w	([1])	ppm, % obj.	Stężenie w stanie mokrym
c_b	([1])	ppm, % obj.	Stężenie tła
D	x_{dil}	—	Współczynnik rozcieńczenia ([2])
D_0		m^3/obrót	Punkt przecięcia do wzorcowania pompy wyporowej
d	d	m	Średnica
d_V		m	Średnica gardzieli zwężki Venturiego
e	e	g/kWh	Emisje jednostkowe
e_{gas}	e_{gas}	g/kWh	Emisja jednostkowa składników gazowych
e_{PM}	e_{PM}	g/kWh	Emisja jednostkowa cząstek stałych
E	$1 - PF$	%	Sprawność konwersji (PF = współczynnik przenikania)
F_s		—	Współczynnik stechiometryczny
	f	Hz	Częstotliwość
f_c		—	Współczynnik węglowy
	γ	—	Stosunek ciepła właściwego
H		g/kg	Wilgotność bezwzględna
	K	—	Współczynnik korekcji

▼B

Sekcja 2	Sekcja 3	Jednostka	Ilość
K_V		$[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$	Funkcja wzorcowania CFV
k_f		m^3/kg paliwa	Współczynnik właściwy dla danego paliwa
k_h		—	Współczynnik korekcji wilgotności dla NO_x, silniki z zapłonem samoczynnym
k_{Dr}	k_{Dr}	—	Współczynnik dostosowania w dół
k_r	k_r	—	Współczynnik mnożnikowy regeneracji
k_{Ur}	k_{Ur}	—	Współczynnik dostosowania w górę
$k_{w,a}$		—	Współczynnik korekcji powietrza dolotowego ze stanu suchego na mokry
$k_{w,d}$		—	Współczynnik korekcji powietrza rozcieńczającego ze stanu suchego na mokry
$k_{w,e}$		—	Współczynnik korekcji rozcieńczonych gazów spalinowych ze stanu suchego na mokry
$k_{w,r}$		—	Współczynnik korekcji nierozcieńczonych gazów spalinowych ze stanu suchego na mokry
μ	μ	kg/(m·s)	Lepkość dynamiczna
M	M	g/mol	Masa molowa ([3])
M_a	([1])	g/mol	Masa molowa powietrza dolotowego
M_e	[v]	g/mol	Masa molowa gazów spalinowych
M_{gas}	M_{gas}	g/mol	Masa molowa składników gazowych
m	m	kg	Masa
m	a_1	d.u. ([3])	Nachylenie linii regresji
	v	m^2/s	Lepkość kinematyczna
m_d	[v]	kg	Masa próbki powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez filtry do pobierania próbek cząstek stałych
m_{ed}	([1])	kg	Masa całkowita rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu
m_{edf}	([1])	kg	Masa równoważnych gazów spalinowych rozcieńczonych w cyklu badania
m_{ew}	([1])	kg	Masa całkowita gazów spalinowych w cyklu
m_f	([1])	mg	Masa pobranej próbki cząstek stałych
$m_{f,d}$	([1])	mg	Masa próbki cząstek stałych zebranej z powietrza rozcieńczającego
m_{gas}	m_{gas}	g	Masa emisji gazowych w cyklu badania
m_{PM}	m_{PM}	g	Masa emisji cząstek stałych w cyklu badania
m_{se}	([1])	kg	Masa próbki gazów spalinowych pobranej w cyklu badania
m_{sed}	([1])	kg	Masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez tunel rozcieńczający

▼B

Sekcja 2	Sekcja 3	Jednostka	Ilość
m_{sep}	(1)	kg	Masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych
m_{ssd}		kg	Masa wtórnego powietrza rozcieńczającego
	N	—	Całkowita liczba serii
	n	mol	Ilość substancji
	$\dot{n}$	mol/s	Wielkość natężenia substancji
n	f_n	min^{-1}	Prędkość obrotowa silnika
n_p		r/s	Prędkość obrotowa pompy wyporowej
P	P	kW	Moc
p	p	kPa	Ciśnienie
p_a		kPa	Ciśnienie atmosferyczne powietrza suchego
p_b		kPa	Całkowite ciśnienie atmosferyczne
p_d		kPa	Ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu rozcieńczającym
p_p	p_{abs}	kPa	Ciśnienie bezwzględne
p_r	p_{H2O}	kPa	Prężność pary wodnej
p_s		kPa	Ciśnienie atmosferyczne powietrza suchego
$1 - E$	PF	%	Współczynnik przenikania
q_m	$\dot{m}$	kg/s	Natężenie masowe
q_{mad}	$\dot{m}$ (1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie suchym
q_{maw}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie mokrym
q_{mCe}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu węgla w nierozcieńczonych gazach spalinowych
q_{mCf}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu węgla do silnika
q_{mCp}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu węgla w układzie rozcieńczania przepływu częściowego
q_{mdew}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym
q_{mdw}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego w stanie mokrym
q_{medf}	(1)	kg/s	Równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym
q_{mew}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym
q_{mex}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu próbki pobranej z tunelu rozcieńczającego
q_{mf}	(1)	kg/s	Masowe natężenie przepływu paliwa
q_{mp}	(1)	kg/s	Natężenie przepływu próbek gazów spalinowych do układu rozcieńczania przepływu częściowego
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	Objętościowe natężenie przepływu
q_{VCVS}	(1)	m^3/s	Natężenie objętościowe CVS

▼B

Sekcja 2	Sekcja 3	Jednostka	Ilość
q_{Vs}	(1)	dm^3/min	Natężenie przepływu w układzie analizatora gazów spalinowych
q_{Vt}	(1)	cm^3/min	Natężenie przepływu gazu znakującego
ρ	ρ	kg/m^3	Gęstość masowa
ρ_e		kg/m^3	Gęstość gazów spalinowych
	r	—	Stosunek ciśnień
r_d	DR	—	Stosunek rozcieńczenia (2)
	Ra	µm	Średnia chropowatość powierzchni
RH		%	Wilgotność względna
r_D	β	m/m	Stosunek średnic (układy CVS)
r_p		—	Stosunek ciśnienia dla SSV
Re	$Re^{\#}$	—	Liczba Reynoldsa
	S	K	Stała Sutherlanda
σ	σ	—	Odchylenie standardowe
T	T	°C	Temperatura
	T	Nm	Moment obrotowy silnika
T_a		K	Temperatura bezwzględna
t	t	s	Czas
Δt	Δt	s	Przedział czasu
u		—	Stosunek między gęstością składnika gazowego a gęstością gazów spalinowych
V	V	m^3	Objętość
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	Natężenie objętościowe
V_0		m^3/r	Objętość gazu pompowanego przez pompę wyporową podczas jednego obrotu
W	W	kWh	Praca
W_{act}	W_{act}	kWh	Rzeczywista praca w cyklu podczas cyklu badania
WF	WF	—	Współczynnik wagowy
w	w	g/g	Ułamek masowy
	$\overline{x}$	mol/mol	Stężenie średnie ważone względem natężenia przepływu
X_0	K_s	s/obr.	Funkcja wzorcowania pompy wyporowej
	y	—	Zmienna ogólna
$\overline{y}$	$\overline{y}$		Średnia arytmetyczna
	Z	—	Współczynnik ściśliwości

(1) Zob. indeksy dolne; np.: $\dot{m}_{air}$ dla natężenia masowego powietrza suchego, $\dot{m}_{fuel}$ dla natężenia masowego paliwa itp.
(2) Stosunek rozcieńczenia r_d w sekcji 2 i DR w sekcji 3: różne symbole, ale to samo znaczenie i te same równania. Współczynnik rozcieńczenia D w sekcji 2 i x_{dil} w sekcji 3: różne oznaczenia, ale to samo znaczenie fizyczne; równanie (7-124) przedstawia zależność między x_{dil} a DR.
(3) d.u. = do ustalenia.

▼B

1.2. Indeksy dolne

Sekcja 2 ([1])	Sekcja 3	Ilość
act	act	Wielkość rzeczywista
i		Pomiar chwilowy (np.: 1 Hz)
	i	Poszczególna wielkość z szeregu

([1]) W sekcji 2 znaczenie indeksu dolnego zależy od powiązanej wielkości; na przykład indeks dolny „d" może oznaczać stan suchy, tak jak w „c_d = stężenie w stanie suchym", powietrze rozcieńczające, jak w „p_d = prężność par nasyconych powietrza rozcieńczającego" lub „$k_{w,d}$ = współczynnik korekcji ze stanu suchego na mokry dla powietrza rozcieńczającego", stosunek rozcieńczenia, jak w „r_d".

1.3. Symbole i skróty składników chemicznych (stosowane także jako indeks dolny)

Sekcja 2	Sekcja 3	Ilość
Ar	Ar	Argon
C1	C1	Równoważnik węglowy 1 dla węglowodoru
CH_4	CH_4	Metan
C_2H_6	C_2H_6	Etan
C_3H_8	C_3H_8	Propan
CO	CO	Tlenek węgla
CO_2	CO_2	Dwutlenek węgla
	H	Wodór atomowy
	H_2	Wodór cząsteczkowy
HC	HC	Węglowodór
H_2O	H_2O	Woda
	He	Hel
	N	Azot atomowy
	N_2	Azot cząsteczkowy
NO_x	NO_x	Tlenki azotu
NO	NO	Tlenek azotu
NO_2	NO_2	Dwutlenek azotu
	O	Tlen atomowy
PM	PM	Cząstki stałe
S	S	Siarka

▼B

1.4. Symbole i skróty dla składu paliwa

Sekcja 2 (1)	Sekcja 3 (2)	Ilość
w_C (4)	w_C (4)	Zawartość węgla w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]
w_H	w_H	Zawartość wodoru w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]
w_N	w_N	Zawartość azotu w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]
w_O	w_O	Zawartość tlenu w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]
w_S	w_S	Zawartość siarki w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]
α	α	Stosunek atomowy wodoru do węgla (H/C)
ε	β	Stosunek atomowy tlenu do węgla (O/C) (3)
γ	γ	Stosunek atomowy siarki do węgla (S/C)
δ	δ	Stosunek atomowy azotu do węgla (N/C)

(1) W odniesieniu do paliwa o wzorze chemicznym $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$.
(2) W odniesieniu do paliwa o wzorze chemicznym $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$.
(3) Należy zwrócić uwagę na różne znaczenia symbolu β w dwóch sekcjach dotyczących obliczania wielkości emisji: w sekcji 2 symbol ten odnosi się do paliwa o wzorze chemicznym $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (tj. o wzorze $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$, gdzie $\beta = 1$, zakładając jeden atom węgla w cząsteczce), natomiast w sekcji 3 symbol ten odnosi się do stosunku tlenu do węgla dla $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Tym samym β z sekcji 3 odpowiada ε z sekcji 2.
(4) Ułamek masowy *w* opatrzony symbolem składnika chemicznego w indeksie dolnym.

2. **Obliczenia emisji w oparciu o masę**

▼M2

2.1. Pomiar emisji gazowych w spalinach nierozcieńczonych

▼B

2.1.1. Badania NRSC z fazami dyskretnymi

Oblicza się natężenie emisji gazowej $q_{mgas,i}$ [g/h] dla każdej fazy *i* badania w warunkach stałych poprzez pomnożenie stężenia emisji gazowej przez odpowiadający jej przepływ w następujący sposób:

▼M2

$$q_{mgas,i} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \cdot 3\,600 \qquad (7\text{-}1)$$

▼B

gdzie:

k = 1 dla $c_{gasr,w,i}$ w [ppm] i k = 10 000 dla $c_{gasr,w,i}$ w [% obj.]

k_h = współczynnik korekcji NO_x [-], stosowany do obliczania emisji NO_x (zob. pkt 2.1.4)

u_{gas} = współczynnik właściwy dla składnika lub stosunek między gęstością składnika gazowego i gęstością gazów spalinowych [-]

$q_{mew,i}$ = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w fazie *i* w stanie mokrym [kg/s]

$c_{gas,i}$ = stężenie emisji w nierozcieńczonych gazach spalinowych w fazie *i* w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

▼B

2.1.2. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Masę całkowitą emisji gazowych w badaniu m_{gas} [g/badanie] oblicza się poprzez pomnożenie zestrojonych czasowo stężeń chwilowych przez wartości przepływu gazów spalinowych oraz całkowanie po cyklu badania za pomocą równania (7-2):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} (q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \quad (7\text{-}2)$$

gdzie:

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

k_h = współczynnik korekcji NO_x [-], stosowany tylko do obliczania emisji NO_x

k = 1 dla $c_{gasr,w,i}$ w [ppm] i k = 10 000 dla $c_{gasr,w,i}$ w [% obj.]

u_{gas} = współczynnik właściwy dla składnika [-] (zob. pkt 2.1.5)

N = liczba pomiarów [-]

$q_{mew,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

$c_{gas,i}$ = chwilowe stężenie emisji w nierozcieńczonych gazach spalinowych, w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

2.1.3. Przekształcenie stężenia ze stanu suchego na mokry

Jeżeli emisje są mierzone w stanie suchym, zmierzone stężenie c_d w stanie suchym przelicza się na stężenie c_w w stanie mokrym za pomocą równania (7-3):

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (7\text{-}3)$$

gdzie:

k_w = współczynnik przekształcenia ze stanu suchego na mokry [-]

c_d = stężenie emisji w stanie suchym [ppm] lub [% obj.].

W przypadku spalania zupełnego współczynnik przekształcenia ze stanu suchego na mokry dla nierozcieńczonych gazów spalinowych zapisuje się jako $k_{w,a}$ [-] i oblicza za pomocą równania (7-4):

▼M2

$$k_{w,a} = \frac{\left(1 - \frac{1{,}2442 \cdot H_a + 111{,}19 \cdot w_H \cdot \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \cdot k_f \cdot 1\,000}\right)}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} \quad (7\text{-}4)$$

▼B

gdzie:

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza]

$q_{mf,i}$ = chwilowe natężenie przepływu paliwa [kg/s]

$q_{mad,i}$ = chwilowe natężenie przepływu suchego powietrza dolotowego [kg/s]

p_r = ciśnienie wody za urządzeniem schładzającym [kPa]

p_b = całkowite ciśnienie barometryczne [kPa]

w_H = zawartość wodoru w paliwie [% wag.]

k_f = dodatkowa objętość spalania [m^3/kg paliwa]

▼B

przy czym:

$$k_{\,f} = 0{,}055594 \cdot w_H + 0{,}0080021 \cdot w_N + 0{,}0070046 \cdot w_o \qquad (7\text{-}5)$$

gdzie:

w_H = zawartość wodoru w paliwie [% wag.]

w_N = zawartość azotu w paliwie [% wag.]

w_O = zawartość tlenu w paliwie [% wag.]

W równaniu (7-4) można przyjąć stosunek p_r/p_b:

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} = 1{,}008 \qquad (7\text{-}6)$$

W przypadku spalania niezupełnego (bogate mieszanki paliwowo-powietrzne) oraz dla badań emisji bez bezpośrednich pomiarów przepływu paliwa preferuje się drugą metodę obliczania $k_{w,a}$:

$$k_{\,w,a} = \frac{\frac{1}{1+\alpha \cdot 0{,}005 \cdot (c_{CO2}+c_{CO})} - K_{\,w1}}{1 - \frac{p_r}{p_b}} \qquad (7\text{-}7)$$

gdzie:

c_{CO2} = stężenie CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie suchym [% obj.]

c_{CO} = stężenie CO w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie suchym [ppm]

p_r = ciśnienie wody za urządzeniem schładzającym [kPa]

p_b = całkowite ciśnienie barometryczne [kPa]

α = molowy stosunek węgla do wodoru [-]

k_{w1} = wilgotność powietrza dolotowego [-]

$$k_{\,w1} = \frac{1{,}608 \cdot H_a}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_a} \qquad (7\text{-}8)$$

2.1.4. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność i temperaturę

Ponieważ wartość emisji NO_x zależy od stanu powietrza atmosferycznego, stężenie NO_x jest korygowane z uwzględnieniem temperatury i wilgotności otoczenia za pomocą współczynników $k_{h,D}$ lub $k_{h,G}$ [-] podanych w równaniach (7-9) i (7-10). Współczynniki te są ważny dla zakresu wilgotności od 0 do 25 g H_2O/kg suchego powietrza.

a) dla silników o zapłonie samoczynnym

$$k_{\,h,D} = \frac{15{,}698 \times H_a}{1\,000} + 0{,}832 \qquad (7\text{-}9)$$

b) dla silników o zapłonie iskrowym

$$k_{h,G} = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^{\,2} \qquad (7\text{-}10)$$

gdzie:

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza].

▼B

2.1.5. Współczynnik właściwy dla składnika u

W pkt 2.1.5.1 i 2.1.5.2 opisano dwie procedury dokonywania obliczeń. Procedura opisana w pkt 2.1.5.1 jest bardziej bezpośrednia, ponieważ wykorzystuje tabelaryczne wartości u dla obliczenia stosunku danego składnika do gęstości gazów spalinowych. Procedura opisana w pkt 2.1.5.2 jest dokładniejsza dla rodzajów paliw, które odbiegają od specyfikacji zawartych w załączniku VIII, jednak wymaga podstawowej analizy składu paliwa.

2.1.5.1. Wartości stabelaryzowane

Przy zastosowaniu pewnych uproszczeń do równań z pkt 2.1.5.2 (założenie dotyczące wartości λ i warunków powietrza dolotowego przedstawione w tabeli 7.1) otrzymane wartości dla u_{gas} podano w tabeli 7.1.

Tabela 7.1

Wartości u dla nierozcieńczonych gazów spalinowych i gęstości składników (dla stężenia emisji wyrażonego w ppm)

Paliwo	ρ_e	Gaz					
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				ρ_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	(a)	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} (b)			
Olej napędowy (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Alkohol etylowy do specjalnych silników o zapłonie samoczynnym (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Gaz ziemny / biometan (c)	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 (d)	0,001551	0,001128	0,000565
Propan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG (e)	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Benzyna (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Alkohol etylowy (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(a) W zależności od paliwa.
(b) Przy λ = 2, suchym powietrzu, 273 K, 101,3 kPa.
(c) Wartości u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.
(d) NMHC na podstawie $CH_{2,93}$ (dla całości HC stosuje się współczynnik u_{gas} dla CH_4).
(e) Wartości u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

2.1.5.2. Wartości obliczone

Współczynnik właściwy dla składnika, $u_{gas,i}$, można obliczyć ze stosunku gęstości składnika do gęstości spalin lub z odpowiedniego stosunku mas molowych [równania (7-11) lub (7-12)]:

$$u_{gas,i} = M_{gas}/(M_{e,i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}11)$$

lub

▼B

$$u_{gas,i} = \rho_{gas} / (\rho_{e,i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}12)$$

gdzie:

M_{gas} = masa molowa składnika gazowego [g/mol]

$M_{e,i}$ = chwilowa masa molowa nierozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym [g/mol]

ρ_{gas} = gęstość składnika gazowego [kg/m^3]

$\rho_{e,i}$ = chwilowa gęstość spalin nierozcieńczonych w stanie mokrym [kg/m^3].

Masę molową gazów spalinowych, $M_{e,i}$ otrzymuje się dla ogólnego składu paliwa $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$ przy założeniu spalania zupełnego i oblicza za pomocą równania (7-13):

▼M2

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \cdot \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} + \frac{\frac{H_a \cdot 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \cdot 10^{-3}}} \qquad (7\text{-}13)$$

▼B

gdzie:

$q_{mf,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa w stanie mokrym [kg/s]

$q_{maw,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie mokrym [kg/s]

α = stosunek molowy wodoru do węgla [-]

δ = stosunek molowy azotu do węgla [-]

ε = stosunek molowy tlenu do węgla [-]

γ = stosunek atomowy siarki do węgla [-]

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza]

M_a = masa cząsteczkowa suchego powietrza dolotowego = 28,965 g/mol.

Chwilową gęstość nierozcieńczonych gazów spalinowych $r_{e,i}$ [kg/m^3] oblicza się za pomocą równania (7-14):

$$\rho_{e,i} = \frac{1\,000 + H_a + 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773{,}4 + 1{,}2434 \cdot H_a + k_f \cdot 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \qquad (7\text{-}14)$$

gdzie:

$q_{mf,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa [kg/s]

$q_{mad,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu suchego powietrza dolotowego [kg/s]

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza]

k_f = dodatkowa objętość spalania [m^3/kg paliwa] [zob. równanie (7-5)]

2.1.6. Masowe natężenie przepływu gazów spalinowych

▼B

2.1.6.1. Metoda pomiaru powietrza i paliwa

Metoda ta obejmuje pomiar przepływu powietrza i przepływu paliwa przy użyciu odpowiednich przepływomierzy. Chwilowy przepływ gazów spalinowych $q_{mew,i}$ [kg/s] oblicza się za pomocą równania (7-15):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \tag{7-15}$$

gdzie:

$q_{maw,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego [kg/s]

$q_{mf,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa [kg/s]

2.1.6.2. Metoda pomiaru gazu znakującego

Metoda ta obejmuje pomiar stężenia gazu znakującego w gazach spalinowych. Chwilowy przepływ gazów spalinowych $q_{mew,i}$ [kg/s] oblicza się za pomocą równania (7-16):

$$q_{mew,i} = \frac{q_{Vt} \cdot \rho_e}{10^{-6} \cdot (c_{mix,i} - c_b)} \tag{7-16}$$

gdzie:

q_{Vt} = natężenie przepływu gazu znakującego [m^3/s]

$c_{mix,i}$ = chwilowe stężenie gazu znakującego po wymieszaniu [ppm]

ρ_e = gęstość nierozcieńczonych gazów spalinowych [kg/m^3]

c_b = stężenie tła gazu znakującego w powietrzu dolotowym [ppm].

Stężenie tła gazu znakującego c_b można określić poprzez uśrednienie stężenia tła zmierzonego bezpośrednio przed przebiegiem badania oraz po nim. Jeżeli stężenie tła jest niższe niż 1 % stężenia gazu znakującego po wymieszaniu, $c_{mix,i}$, przy maksymalnym przepływie gazów spalinowych, stężenie tła można pominąć.

2.1.6.3. Metoda pomiaru przepływu powietrza i stosunku ilości powietrza do paliwa

Metoda ta obejmuje obliczenie masy gazów spalinowych na podstawie przepływu powietrza oraz stosunku powietrza do paliwa. Chwilowy przepływ masowy gazów spalinowych $q_{mew,i}$ [kg/s] oblicza się za pomocą równania (7-17):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \cdot \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \cdot \lambda_i}\right) \tag{7-17}$$

przy czym:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} \tag{7-18}$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \cdot 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4})}{4{,}764 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4} + c_{HCw} \cdot 10^{-4})} \tag{7-19}$$

gdzie:

$q_{maw,i}$ = masowe natężenie przepływu powietrza dolotowego w stanie mokrym [kg/s]

A/F_{st} = stechiometryczny stosunek powietrza do paliwa [-]

▼B

l_i = chwilowy stosunek powietrza nadmiarowego [-]

c_{COd} = stężenie CO w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie suchym [ppm]

c_{CO2d} = stężenie CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie suchym [%]

c_{HCw} = stężenie HC w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm C1]

α = stosunek molowy wodoru do węgla [-]

δ = stosunek molowy azotu do węgla [-]

ε = stosunek molowy tlenu do węgla [-]

γ = stosunek atomowy siarki do węgla [-]

2.1.6.4. Metoda bilansu węgla, metoda 1-etapowa

Do obliczenia masowego natężenia przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym $q_{mew,i}$ [kg/s] można wykorzystać następujący wzór 1-etapowy określony w równaniu (7-20):

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \cdot \left[\frac{1{,}4 \cdot w_C^2}{(1{,}0828 \cdot w_C + k_{fd} \cdot f_c) f_c} \left(1 + \frac{H_a}{1\,000} \right) + 1 \right] \quad (7\text{-}20)$$

przy czym współczynnik węglowy f_c [-] jest określony przez:

$$f_c = 0{,}5441 \cdot (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) + \frac{c_{COd}}{18\,522} + \frac{c_{HCw}}{17\,355} \quad (7\text{-}21)$$

gdzie:

$q_{mf,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa [kg/s]

▼M2

w_C = zawartość węgla w paliwie [% wag.] (zob. równanie (7-82) w pkt 3.3.3.1 lub tabela 7.3)

▼B

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza]

k_{fd} = dodatkowa objętość spalania w stanie suchym [m^3/kg paliwa]

c_{CO2d} = stężenie CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych, w stanie suchym [%]

$c_{CO2d,a}$ = stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym, w stanie suchym [%]

c_{COd} = stężenie CO w nierozcieńczonych gazach spalinowych, w stanie suchym [ppm]

c_{HCw} = stężenie HC w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm]

a współczynnik k_{fd} [m^3/kg paliwa] w stanie suchym obliczany jest za pomocą równania (7-22) poprzez odjęcie wody powstałej ze spalania od wartości k_f:

$$k_{fd} = k_f - 0{,}11118 \cdot w_H \quad (7\text{-}22)$$

gdzie:

k_f = współczynnik właściwy dla paliwa z równania (7-5) [m^3/kg paliwa]

w_H = zawartość wodoru w paliwie [% wag.]

▼B

2.2. Emisje rozcieńczonych zanieczyszczeń gazowych

2.2.1. Masa emisji gazowych

Masowe natężenie przepływu gazów spalinowych mierzy się przy pomocy układu pobierania próbek przy zachowaniu stałej objętości (CVS), który może wykorzystywać pompę wyporową (PDP), zwężkę Venturiego o przepływie krytycznym (CFV) lub zwężkę Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV).

W odniesieniu do układów ze stałym przepływem masowym (np. z wymiennikiem ciepła) masę zanieczyszczeń m_{gas} (g/badanie) wyznacza się za pomocą równania (7-23):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot m_{ed} \quad (7\text{-}23)$$

gdzie:

u_{gas} oznacza stosunek między gęstością składnika gazów spalinowych a gęstością powietrza, podany w tabeli 7.2 lub obliczony za pomocą równania (7-34) [-]

c_{gas} = średnie stężenie składnika w stanie mokrym skorygowane o stężenie tła, odpowiednio w [ppm] lub [% obj.]

k_h = współczynnik korekcji NO_x [-], stosowany tylko do obliczania emisji NO_x

k = 1 dla $c_{gasr,w,i}$ w [ppm], k = 10 000 dla $c_{gasr,w,i}$ w [% obj.]

m_{ed} = masa całkowita rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg/badanie].

W odniesieniu do układów z kompensacją przepływu (bez wymiennika ciepła) masę zanieczyszczeń m_{gas} [g/badanie] wyznacza się poprzez obliczenie chwilowych emisji gazowych, całkowanie oraz korekcję ze względu na tło za pomocą równania (7-24):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot \left(\sum_{i=1}^{N} [(m_{ed,i} \cdot c_e \cdot u_{gas})] - \left[(m_{ed} \cdot c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \cdot u_{gas}) \right] \right) \quad (7\text{-}24)$$

gdzie:

c_e = stężenie emisji w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

c_d = stężenie emisji w powietrzu rozcieńczającym, w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

$m_{ed,i}$ = masa rozcieńczonych gazów spalinowych w przedziale czasowym i [kg]

m_{ed} = masa całkowita rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

u_{gas} = wartość stabelaryzowana z tabeli 7.2 [-]

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

k_h = współczynnik korekcji NO_x [-], stosowany tylko do obliczania emisji NO_x

k = 1 dla c w [ppm], k = 10 000 dla c w [% obj.].

Jeżeli chodzi o stężenia c_{gas}, c_e i c_d, mogą to być wartości zmierzone z próbki okresowej (worka, ale nie jest to dozwolone w przypadku NO_x i HC) lub wartości z pomiarów ciągłych uśrednione poprzez całkowanie. Również wartość $m_{ed,i}$ musi być uśredniona przez całkowanie po całym cyklu badania.

W poniższych równaniach pokazano, jak obliczyć wymagane wielkości (c_e, u_{gas} i m_{ed}).

▼B

2.2.2. Przekształcenie stężenia ze stanu suchego na mokry

Wszystkie stężenia określone w pkt 2.2.1 zmierzone w stanie suchym przekształca się na stężenia w stanie mokrym za pomocą równania (7-3).

2.2.2.1. Rozcieńczone gazy spalinowe

Stężenia zmierzone w stanie suchym przekształca się na stężenia w stanie mokrym za pomocą jednego z następujących dwóch równań [(7-25) lub (7-26)] do równania:

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \cdot c_{CO2w}}{200}\right) - k_{w2}\right] \cdot 1{,}008 \qquad (7\text{-}25)$$

lub

$$k_{w,e} = \left(\frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \cdot c_{CO2d}}{200}}\right) \cdot 1{,}008 \qquad (7\text{-}26)$$

gdzie:

α = stosunek molowy wodoru do węgla w paliwie [-]

c_{CO2w} = stężenie CO_2 w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [% obj.]

c_{CO2d} = stężenie CO_2 w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie suchym [% obj.]

Współczynnik korekcji ze stanu suchego na mokry k_{w2} uwzględnia zawartość wody w powietrzu dolotowym i w powietrzu rozcieńczającym; oblicza się go za pomocą równania (7-27):

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \cdot \left[H_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]}{1\,000 + \left\{1{,}608 \cdot \left[H_d\left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]\right\}} \qquad (7\text{-}27)$$

gdzie:

H_a = wilgotność powietrza dolotowego [g H_2O/kg suchego powietrza]

H_d = wilgotność powietrza rozcieńczającego [g H_2O/kg suchego powietrza]

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

2.2.2.2. Współczynnik rozcieńczenia

Współczynnik rozcieńczenia D [-] (niezbędny do korekcji ze względu na tło i do obliczenia k_{w2}) oblicza się za pomocą równania (7-28):

$$D = \frac{F_s}{c_{CO2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \cdot 10^{-4}} \qquad (7\text{-}28)$$

gdzie:

F_S = współczynnik stechiometryczny [-]

$c_{CO2,e}$ = stężenie CO_2 w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [% obj.]

$c_{HC,e}$ = stężenie HC w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = stężenie CO w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm]

▼B

Współczynnik stechiometryczny oblicza się za pomocą równania (7-29):

$$F_s = 100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (7\text{-}29)$$

gdzie:

α = stosunek molowy wodoru do węgla w paliwie [-]

Alternatywnie, jeśli skład paliwa nie jest znany, można wykorzystać następujące współczynniki stechiometryczne:

F_S (olej napędowy) = 13,4

F_S (LPG) = 11,6

F_S (NG) = 9,5

F_S (E10) = 13,3

F_S (E85) = 11,5

Jeżeli wykonuje się bezpośredni pomiar przepływu gazów spalinowych, współczynnik rozcieńczenia D [-] można obliczyć za pomocą równania (7-30):

$$D = \frac{q_{VCVS}}{q_{Vew}} \quad (7\text{-}30)$$

gdzie:

q_{VCVS} to objętościowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych [m3/s]

q_{Vew} = objętościowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych [m^3/s]

2.2.2.3. Powietrze rozcieńczające

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \cdot 1{,}008 \quad (7\text{-}31)$$

przy czym:

$$k_{w3} = \frac{1{,}608 \cdot H_d}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_d} \quad (7\text{-}32)$$

gdzie:

H_d = wilgotność powietrza rozcieńczającego [g H_2O/kg suchego powietrza]

2.2.2.4. Wyznaczanie stężenia skorygowanego o stężenie tła

Aby otrzymać stężenia netto zanieczyszczeń, należy odjąć średnie stężenie tła zanieczyszczeń gazowych w powietrzu rozcieńczającym od stężeń zmierzonych. Wartości średnie stężeń tła można ustalić metodą analizy próbki z worka lub za pomocą pomiaru ciągłego z całkowaniem. Stosuje się równanie (7-33):

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (7\text{-}33)$$

gdzie:

c_{gas} = stężenie netto zanieczyszczeń gazowych [ppm] lub [% obj.]

$c_{gas,e}$ = stężenie emisji w rozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

c_d = stężenie emisji w powietrzu rozcieńczającym, w stanie mokrym [ppm] lub [% obj.]

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

▼B

2.2.3. Współczynnik właściwy dla składnika u

Współczynnik właściwy dla składnika u_{gas} dla gazów rozcieńczonych można obliczyć za pomocą równania (7-34) albo przyjąć jego wartość z tabeli 7.2; w tabeli 7.2 przyjęto, że gęstość rozcieńczonych gazów spalinowych jest równa gęstości powietrza.

$$u = \frac{M_{gas}}{M_{d,w} \cdot 1\,000} = \frac{M_{gas}}{\left[M_{da,w} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{r,w} \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right] \cdot 1\,000} \quad (7\text{-}34)$$

gdzie:

M_{gas} = masa molowa składnika gazowego [g/mol]

$M_{d,w}$ = masa molowa rozcieńczonych gazów spalinowych [g/mol]

▼M2

$M_{da,w}$ = masa molowa powietrza rozcieńczającego [g/mol] (zob. równanie (7-144) w pkt 3.9.3)

$M_{r,w}$ = masa molowa spalin nierozcieńczonych [g/mol] (zob. dodatek 2 pkt 5)

▼B

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

Tabela 7.2

Wartości u dla rozcieńczonych gazów spalinowych (dla stężenia emisji wyrażonego w ppm) i gęstości składników

Paliwo	ρ_e			Gaz			
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				ρ_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	(1)	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} (2)			
Olej napędowy (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Alkohol etylowy do specjalnych silników o zapłonie samoczynnym (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Gaz ziemny / biometan (3)	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 (4)	0,001551	0,001128	0,000565
Propan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG (5)	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Benzyna (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Alkohol etylowy (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(1) W zależności od paliwa.
(2) Przy λ = 2, suchym powietrzu, 273 K, 101,3 kPa.
(3) Wartości u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.
(4) NMHC na podstawie $CH_{2,93}$ (dla całości HC stosuje się współczynnik u_{gas} dla CH_4).
(5) Wartości u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

2.2.4. Obliczanie przepływu masowego gazów spalinowych

2.2.4.1. Układ PDP-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych gazów spalinowych m_{ed} utrzymywana jest na stałym poziomie z tolerancją ± 6 K w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, masę rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/badanie] w cyklu oblicza się za pomocą równania (7-35):

▼B

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_P \cdot \frac{P_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}35)$$

gdzie:

V_0 = objętość gazu tłoczonego na obrót w warunkach badania [m^3/obr.]

n_P = łączna liczba obrotów pompy w badaniu [obr./badanie]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy [kPa]

$\overline{T}$ = średnia temperatura rozcieńczonych gazów spalinowych na wlocie pompy [K]

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), masę rozcieńczonych gazów spalinowych $m_{ed,i}$ [kg] w przedziale czasowym oblicza się za pomocą równania (7-36):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_{P,i} \cdot \frac{p_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}36)$$

gdzie:

V_0 = objętość gazu tłoczonego na obrót w warunkach badania [m^3/obr.]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy [kPa]

$n_{P,i}$ = całkowita liczba obrotów pompy w danym przedziale czasu i

$\overline{T}$ = średnia temperatura rozcieńczonych gazów spalinowych na wlocie pompy [K]

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

2.2.4.2. Układ CFV-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych gazów spalinowych utrzymywana jest na stałym poziomie (z tolerancją ± 11 K) w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, przepływ masowy w ciągu cyklu m_{ed} [g/badanie] oblicza się za pomocą równania (7-37):

$$m_{ed} = \frac{1{,}293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}37)$$

gdzie:

t = czas trwania cyklu [s]

K_V = współczynnik wzorcowania zwężki Venturiego o przepływie krytycznym dla warunków normalnych [$(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg$]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego [kPa]

T = temperatura bezwzględna na wlocie zwężki Venturiego [K]

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), masę rozcieńczonych gazów spalinowych $m_{ed,i}$ [kg] w przedziale czasowym oblicza się za pomocą równania (7-38):

$$m_{ed,i} = \frac{1{,}293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}38)$$

▼B

gdzie:

Dt_i = przedział czasowy badania [s]

K_V = współczynnik wzorcowania zwężki Venturiego o przepływie krytycznym dla warunków normalnych $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego [kPa]

T = temperatura bezwzględna na wlocie zwężki Venturiego [K]

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

2.2.4.3. Układ SSV-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych gazów spalinowych utrzymywana jest na stałym poziomie (z tolerancją ± 11 K) w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, masę rozcieńczonych gazów spalinowych w ciągu cyklu m_{ed} [kg/badanie] oblicza się za pomocą równania (7-39):

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}39)$$

gdzie:

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

Δt = czas trwania cyklu [s]

q_{VSSV} = natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

przy czym:

$$q_{VSSV} = \frac{A_0}{60} d_V^2 C_d P_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]} \quad (7\text{-}40)$$

gdzie:

A_0 = zbiór stałych i konwersji jednostek = 0,0056940 $\left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

d_V = średnica gardzieli SSV [mm]

C_d = współczynnik wypływu SSV [-]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego [kPa]

T_{in} = temperatura na wlocie zwężki Venturiego [K]

r_p = stosunek statycznego ciśnienia bezwzględnego w gardzieli SSV

do podobnego ciśnienia na wlocie, $\left(1 - \frac{\Delta P}{P_a}\right)$ [-]

r_D = stosunek średnicy gardzieli SSV do wewnętrznej średnicy rury wlotowej $\frac{d}{D}$ [-]

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), masę rozcieńczonych gazów spalinowych $m_{ed,i}$ [kg] w przedziale czasowym oblicza się za pomocą równania (7-41):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t_i \quad (7\text{-}41)$$

gdzie:

1,293 kg/m^3 = gęstość powietrza przy 273,15 K i 101,325 kPa

Δt_i = przedział czasowy [s]

q_{VSSV} = objętościowe natężenie przepływu w SSV [m^3/s]

▼B

2.3. Obliczanie emisji cząstek stałych

▼M2

2.3.1. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Masę cząstek stałych oblicza się po dokonaniu korekcji pod względem wyporu próbki cząstek stałych zgodnie z pkt 8.1.13.2.5 załącznika VI.

▼B

2.3.1.1. Układ rozcieńczania przepływu częściowego

2.3.1.1.1. Obliczenie oparte na stosunku pobierania próbek

Emisję cząstek stałych w cyklu m_{PM} [g] oblicza się za pomocą równania (7-42):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1\,000} \tag{7-42}$$

gdzie:

m_f = masa cząstek stałych zebranych w cyklu [mg]

r_s = średni stosunek pobierania próbek w całym cyklu badania [-]

przy czym:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \tag{7-43}$$

gdzie:

m_{se} = masa próbki nierozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

m_{ew} = masa całkowita nierozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

m_{sep} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych [kg]

m_{sed} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych przepływających przez tunel rozcieńczający [kg]

W przypadku układu pobierania próbek całkowitego m_{sep} i m_{sed} są identyczne.

2.3.1.1.2. Obliczenie oparte na stosunku rozcieńczenia

Emisję cząstek stałych w cyklu m_{PM} [g] oblicza się za pomocą równania (7-44):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1\,000} \tag{7-44}$$

gdzie:

m_f = masa cząstek stałych zebranych w cyklu [mg]

m_{sep} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych [kg]

m_{edf} = masa równoważnych rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

Masę całkowitą równoważnych rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu m_{edf} [kg] wyznacza się za pomocą równania (7-45):

$$m_{edf} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} q_{medf,i} \tag{7-45}$$

przy czym:

▼M2

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \cdot r_{d,i} \tag{7-46}$$

▼B

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \tag{7-47}$$

▼B

gdzie:

$q_{medf,i}$ = chwilowe równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/s]

$q_{mew,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

$r_{d,i}$ = chwilowy stosunek rozcieńczenia [-]

$q_{mdew,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

$q_{mdw,i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego [kg/s]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

2.3.1.2. Układ rozcieńczania przepływu całkowitego

Emisję masową oblicza się za pomocą równania (7-48):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \tag{7-48}$$

gdzie:

m_f = oznacza masę pobranych cząstek stałych w cyklu [mg]

m_{sep} = oznacza masę rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych [kg]

m_{ed} = oznacza masę rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

przy czym:

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \tag{7-49}$$

gdzie:

m_{set} = masa podwójnie rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtr cząstek stałych [kg]

m_{ssd} = masa wtórnego powietrza rozcieńczającego [kg].

2.3.1.2.1. Korekcja ze względu na tło

Masę cząstek stałych $m_{PM,c}$ [g] można skorygować ze względu na tło za pomocą równania (7-50):

$$m_{PM,c} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_b}{m_{sd}} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \right] \right\} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \tag{7-50}$$

gdzie:

m_f = masa cząstek stałych zebranych w cyklu [mg]

m_{sep} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych [kg]

m_{sd} = masa powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez układ pobierania cząstek stałych tła [kg]

m_b = masa cząstek stałych tła zebranych z powietrza rozcieńczającego [mg]

m_{ed} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu [kg]

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

▼B

2.3.2. Obliczenia dla badań NRSC z fazami dyskretnymi

2.3.2.1. Układ rozcieńczania

Wszystkie obliczenia opierają się na uśrednionych wartościach z poszczególnych faz *i* okresu pobierania próbek.

a) W przypadku rozcieńczania przepływu częściowego równoważny przepływ masowy rozcieńczonych gazów spalinowych wyznacza się za pomocą równania (7-51) i przy użyciu układu z pomiarem przepływu przedstawionego na rysunku 9.2:

$$q_{medf} = q_{mew} \cdot r_d \quad (7\text{-}51)$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}} \quad (7\text{-}52)$$

gdzie:

q_{medf} = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/s]

q_{mew} = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

r_d = stosunek rozcieńczenia [-]

q_{mdew} = masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

q_{mdw} = masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego [kg/s].

b) W przypadku układów rozcieńczania przepływu całkowitego wartość q_{mdew} wykorzystywana jest jako q_{medf}.

2.3.2.2. Obliczanie współczynnika masowego natężenia przepływu cząstek stałych

Natężenie przepływu emisji cząstek stałych w cyklu q_{mPM} [g/h] oblicza się za pomocą równań (7-53), (7-56), (7-57) lub (7-58):

a) dla metody jednofiltrowej

$$q_{mPM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}53)$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{N} q_{medf\,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}54)$$

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{N} m_{sep\,i} \quad (7\text{-}55)$$

gdzie:

q_{mPM} = masowe natężenie przepływu cząstek stałych [g/h]

m_f = masa cząstek stałych zebranych w cyklu [mg]

$\overline{q_{medf}}$ = średnie równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

q_{medfi} = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym dla fazy *i* [kg/s]

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy *i* [-]

m_{sep} = masa rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry cząstek stałych [kg]

m_{sepi} = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry pobierania próbek cząstek stałych w fazie *i* [kg]

N = liczba pomiarów [-]

▼B

b) dla metody wielofiltrowej

$$q_{mPMi} = \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} \cdot q_{medfi} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}56)$$

gdzie:

q_{mPMi} = masowe natężenie przepływu cząstek stałych dla fazy i [g/h]

m_{fi} = masa zebranej próbki cząstek stałych dla fazy i [mg]

q_{medfi} = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym dla fazy i [kg/s]

m_{sepi} = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry pobierania próbek cząstek stałych w fazie i [kg]

Masę cząstek stałych w cyklu badania wyznacza się poprzez zsumowanie średnich wartości dla poszczególnych faz i w okresie pobierania próbek.

Masowe natężenie przepływu cząstek stałych q_{mPM} [g/h] lub q_{mPM} i [g/h] można skorygować o tło w następujący sposób:

c) dla metody jednofiltrowej

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(1 - \frac{1}{D_i} \right) \cdot WF_i \right] \right\} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}57)$$

gdzie:

q_{mPM} = masowe natężenie przepływu cząstek stałych [g/h]

m_f = masa pobranej próbki cząstek stałych [mg]

m_{sep} = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry pobierania próbek cząstek stałych [kg]

$m_{f,d}$ = masa próbki cząstek stałych zebranej z powietrza rozcieńczającego [mg]

m_d = masa próbki powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez filtry do filtry do pobierania próbek cząstek stałych [kg]

D_i = współczynnik rozcieńczenia dla fazy i [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2] [-]

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$\overline{q_{medf}}$ = średnie równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

d) dla metody wielofiltrowej

$$q_{mPMi} = \left\{ \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \overline{q_{medfi}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}58)$$

gdzie:

q_{mPMi} = masowe natężenie przepływu cząstek stałych dla fazy i [g/h].

m_{fi} = masa zebranej próbki cząstek stałych dla fazy i [mg]

m_{sepi} = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry pobierania próbek cząstek stałych w fazie i [kg]

$m_{f,d}$ = masa próbki cząstek stałych zebranej z powietrza rozcieńczającego [mg]

m_d = masa próbki powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez filtry do filtry do pobierania próbek cząstek stałych [kg]

▼B

D = współczynnik rozcieńczenia [zob. równanie (7-28) z pkt 2.2.2.2)] [-]

q_{medfi} = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych w stanie mokrym dla fazy *i* [kg/s]

Jeżeli wykonano więcej niż jeden pomiar, zamiast $m_{f,d}/m_d$ stosuje się $\overline{m_{f,d}/m_d}$.

2.4. Praca w cyklu i emisje jednostkowe

2.4.1. Emisje gazowe

2.4.1.1. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Należy odnieść się do pkt 2.1 i 2.2 dla, odpowiednio, nierozcieńczonych i rozcieńczonych gazów spalinowych. Otrzymane wartości mocy P [kW] całkuje się po przedziale czasowym badania. Pracę całkowitą W_{act} [kWh] oblicza się za pomocą równania (7-59):

▼M2

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \qquad (7\text{-}59)$$

▼B

gdzie:

P_i = chwilowa moc silnika [kW]

n_i = chwilowa prędkość obrotowa silnika [obr./min]

T_i = chwilowy moment obrotowy silnika [Nm]

W_{act} = rzeczywista praca w cyklu [kWh]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

▼M2

Δt_i = okres pomiaru [s]

▼B

Jeżeli urządzenia pomocnicze zamontowano zgodnie z załącznikiem VI dodatek 2, nie należy wprowadzać dostosowań do chwilowego momentu obrotowego silnika w równaniu (7-59). Zgodnie z pkt 6.3.2 lub 6.3.3 załącznika VI do niniejszego rozporządzenia w przypadku niezamontowania niezbędnych urządzeń pomocniczych, które należało zamontować na potrzeby badania, lub jeżeli urządzenia pomocnicze, które należało usunąć na potrzeby badania, są zamontowane, wartość T_i zastosowaną w równaniu (7-59) należy dostosować za pomocą równania (7-60):

$$T_i = T_{i,meas} + T_{i,AUX} \qquad (7\text{-}60)$$

gdzie:

$T_{i,meas}$ = zmierzona wartość chwilowego momentu obrotowego silnika

▼M2

$T_{i,AUX}$ = odpowiednia wartość momentu obrotowego wymagana do sterowania urządzeniami pomocniczymi określona zgodnie z równaniem (6-18) w załączniku VI.

▼B

Emisje jednostkowe e_{gas} [g/kWh] oblicza się w następujący sposób, w zależności od rodzaju cyklu badania.

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \qquad (7\text{-}61)$$

gdzie:

m_{gas} = masa całkowita emisji [g/badanie]

W_{act} = praca w cyklu [kWh].

▼B

W przypadku NRTC w odniesieniu do emisji gazowych innych niż CO_2 końcowy wynik badania e_{gas} [g/kWh] oblicza się jako średnią ważoną z wyników badania w cyklu zimnego rozruchu i badania w cyklu gorącego rozruchu za pomocą równania (7-62):

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m\text{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{act,cold}) + (0{,}9 \cdot W\text{act, hot})} \quad (7\text{-}62)$$

gdzie:

m_{cold} oznacza masowe emisje gazowe podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu [g]

$W_{act,\ cold}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu [kWh]

m_{hot} oznacza masowe emisje gazowe podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [g]

$W_{act,\ hot}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [kWh]

W przypadku NRTC w odniesieniu do CO_2 końcowy wynik badania e_{CO2} [g/kWh] oblicza się z wyników badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu za pomocą równania (7-63):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}63)$$

gdzie:

$m_{CO2,\ hot}$ oznacza masowe emisje CO_2 podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [g]

$W_{act,\ hot}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [kWh]

2.4.1.2. Badania NRSC z fazami dyskretnymi

Emisje jednostkowe e_{gas} [g/kWh] oblicza się za pomocą równania (7-64):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mgasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}64)$$

gdzie:

$q_{mgas,i}$ = średnie masowe natężenie przepływu emisji dla fazy i [g/h]

▼M2

Pi = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$).

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

2.4.2. Emisja cząstek stałych

2.4.2.1. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Emisje jednostkowe cząstek stałych oblicza się przy użyciu równania (7-61), gdzie w miejsce e_{gas} [g/kWh] i m_{gas} [g/badanie] podstawia się, odpowiednio, e_{PM} [g/kWh] i m_{PM} [g/badanie]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}65)$$

gdzie:

m_{PM} = masa całkowita emisji cząstek stałych obliczona zgodnie z pkt 2.3.1.1 lub 2.3.1.2 [g/badanie]

W_{act} = praca w cyklu [kWh].

▼B

Emisje dla złożonego cyklu w warunkach zmiennych (tj. badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu i badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu) oblicza się zgodnie z pkt 2.4.1.1.

2.4.2.2. Badania NRSC z fazami dyskretnymi

Emisje jednostkowe cząstek stałych e_{PM} [g/kWh] oblicza się za pomocą równania (7-66) lub (7-67):

a) dla metody jednofiltrowej

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{q_{m\mathrm{PM}}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}66)$$

▼B

gdzie:

▼M2

P_i = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$q_{m\mathrm{PM}}$ = masowe natężenie przepływu cząstek stałych [g/h]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

b) dla metody wielofiltrowej

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{m\mathrm{PM}i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}67)$$

▼B

gdzie:

▼M2

P_i = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$q_{m\mathrm{PM}i}$ = masowe natężenie przepływu cząstek stałych dla fazy i [g/h]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

Dla metody jednofiltrowej efektywny współczynnik wagowy WF_{ei} dla każdej z faz oblicza się za pomocą równania (7-68):

$$WF_{ei} = \frac{m_{\mathrm{sep}i} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}}}}{m_{\mathrm{sep}} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}i}}} \qquad (7\text{-}68)$$

gdzie:

$m_{\mathrm{sep}i}$ = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry do pobierania próbek cząstek stałych w fazie i [kg]

$\overline{q_{m\mathrm{edf}}}$ = średnie równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/s]

$q_{m\mathrm{edf}i}$ = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych dla fazy i [kg/s]

m_{sep} = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry do pobierania próbek cząstek stałych [kg]

▼B

Wartość efektywnego współczynnika wagowego musi się mieścić w zakresie 0,005 (wartość bezwzględna) dla współczynników wagowych podanych w dodatku 1 do załącznika XVII.

2.4.3. Dostosowanie ze względu na nieczęsto (okresowo) regenerowane układy ograniczania emisji

W przypadku silników innych niż te należące do kategorii RLL, wyposażonych w układy wtórnej obróbki spalin z nieczęstą (okresową) regeneracją (zob. załącznik VI pkt 6.6.2), emisje jednostkowe zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych obliczone zgodnie z pkt 2.4.1 i 2.4.2 należy skorygować przy użyciu odpowiedniego mnożnikowego współczynnika dostosowania albo odpowiedniego addytywnego współczynnika dostosowania. Jeżeli podczas badania nie wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w górę ($k_{ru,m}$ lub $k_{ru,a}$). Jeżeli podczas badania wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w dół ($k_{rd,m}$ lub $k_{rd,a}$). Jeżeli w przypadku badań NRSC współczynniki dostosowania zostały określone dla każdej fazy, stosuje się je dla każdej fazy podczas obliczania ważonego wyniku emisji.

2.4.4. Dostosowanie z użyciem współczynnika pogorszenia jakości

Emisje jednostkowe zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych obliczone zgodnie z pkt 2.4.1 i 2.4.2, w stosownych przypadkach z uwzględnieniem współczynnika dostosowania regeneracji nieczęstej zgodnie z pkt 2.4.3, także należy skorygować przy użyciu mnożnikowego lub addytywnego współczynnika pogorszenia jakości określonego na podstawie wymogów zawartych w załączniku III.

2.5. Wzorcowanie przepływomierzy rozcieńczonych spalin (CVS) i powiązane obliczenia

Układ CVS wzorcuje się przy użyciu dokładnego przepływomierza oraz urządzenia do dławienia przepływu. Przepływ przez układ mierzy się przy różnych wartościach dławienia, ponadto mierzy się również parametry kontrolne układu i odnosi je do przepływu.

Można stosować przepływomierze różnego typu, np. wzorcowaną zwężkę Venturiego, wzorcowany przepływomierz laminarny, wzorcowany przepływomierz turbinowy.

2.5.1. Pompa wyporowa (PDP)

Wszystkie parametry odnoszące się do pompy mierzy się równocześnie z parametrami odnoszącymi się do wzorcującej zwężki Venturiego, która jest połączona szeregowo z pompą. Obliczone natężenie przepływu (w m^3/s na wlocie pompy, ciśnienie bezwzględne i temperatura) wykreśla się w odniesieniu do funkcji korelacji stanowiącej wartość określonego połączenia parametrów pompy. Następnie wyznacza się równanie liniowe wiążące wydatek pompy i funkcję korelacji. Jeżeli układ CVS wyposażono w napęd o zróżnicowanej prędkości, wzorcowanie przeprowadza się oddzielnie dla każdego wykorzystywanego zakresu.

Należy zachować stabilność temperatury podczas wzorcowania.

Nieszczelności wszystkich połączeń i przewodów między wzorcującą zwężką Venturiego a pompą układu CVS należy utrzymywać na poziomie mniejszym niż 0,3 % punktu odpowiadającego najmniejszemu przepływowi (jest to punkt o największych oporach i najmniejszej prędkości obrotowej PDP).

Współczynnik natężenia przepływu powietrza (q_{VCVS}) dla każdej wartości dławienia (minimum 6 ustawień) oblicza się w m3/s z danych przepływomierza, wykorzystując metodę zalecaną przez producenta. Natężenie przepływu powietrza następnie przelicza się na przepływ pompy (V_0) w m^3/obr. przy temperaturze i ciśnieniu bezwzględnym na wlocie pompy za pomocą równania (7-69):

▼B

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273{,}15} \cdot \frac{101{,}325}{p_p} \quad (7\text{-}69)$$

gdzie:

q_{VCVS} = natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

T = temperatura na wlocie pompy [K]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy [kPa]

n = prędkość obrotowa pompy [obr./s]

Aby uwzględnić powiązania między wahaniami ciśnienia na pompie oraz współczynnikiem poślizgu pompy, oblicza się funkcję korelacji (X_0) [s/obr.] między prędkością obrotową pompy, różnicą ciśnień między wlotem i wylotem pompy oraz ciśnieniem bezwzględnym na wylocie pompy za pomocą równania (7-70):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7\text{-}70)$$

gdzie:

Dp_p = różnica ciśnień między wlotem i wylotem pompy [kPa]

p_p = bezwzględne ciśnienie wylotowe na wylocie pompy [kPa]

n = prędkość obrotowa pompy [obr./s]

Aby wyznaczyć równanie wzorcowania, stosuje się równanie liniowe wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów (7-71):

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7\text{-}71)$$

przy czym D_0 [m^3/obr.] i m [m^3/s] oznaczają, odpowiednio, rzędną-punktu przecięcia i współczynnik nachylenia opisujące linię regresji.

W przypadku układu CVS o zróżnicowanej prędkości krzywe wzorcowania wyznaczone dla różnych zakresów wydatku pompy są w przybliżeniu równoległe, a wartości punktu przecięcia (D_0) wzrastają proporcjonalnie do spadku wydatku pompy.

Wartości wyliczone z równania muszą się mieścić w zakresie ± 0,5 % zmierzonej wartości V_0. Wartości m będą się różnić w zależności od pompy. Dopływ cząstek stałych z czasem spowoduje zmniejszenie poślizgu pompy, co będzie odzwierciedlone niższymi wartościami m. Dlatego wzorcowanie przeprowadza się przy pierwszym uruchomieniu pompy, po ważniejszych czynnościach konserwacyjnych oraz jeżeli ogólna weryfikacja układu wykazuje zmianę współczynnika poślizgu.

2.5.2. Zwężka Venturiego o przepływie krytycznym (CFV)

Wzorcowanie CFV opiera się na równaniu przepływu dla zwężki Venturiego o przepływie krytycznym. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia wlotowego zwężki i temperatury.

Aby ustalić zakres występowania przepływu krytycznego, K_V wykreśla się jako funkcję ciśnienia na wlocie zwężki Venturiego. Dla przepływu krytycznego (zdławionego) K_V będzie mieć względnie stałą wartość. W miarę spadku ciśnienia (wzrostu podciśnienia) przepływ w zwężce Venturiego staje się mniej dławiony i spada wartość K_V, co oznacza, że układ CFV pracuje poza dopuszczalnym zakresem.

▼B

Współczynnik natężenia przepływu powietrza (q_{VCVS}) dla każdej wartości dławienia (minimum 8 ustawień) oblicza się w m3/s z danych przepływomierza, wykorzystując metodę zalecaną przez producenta. Współczynnik wzorcowania K_V $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ oblicza się w oparciu o dane wzorcowania dla każdego ustawienia za pomocą równania (7-72):

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \quad (7\text{-}72)$$

gdzie:

q_{VSSV} = natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

T = temperatura na wlocie zwężki Venturiego [K]

p_p = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego [kPa]

Oblicza się średnią wartość K_V i odchylenie standardowe. Odchylenie standardowe nie może przekraczać ± 0,3 % uśrednionej wartości K_V.

2.5.3. Zwężka Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV)

Wzorcowanie zwężki SSV opiera się na równaniu przepływu dla zwężki Venturiego o przepływie poddźwiękowym. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia i temperatury na wlocie oraz spadku ciśnienia między wlotem SSV a gardzielą, jak pokazano w równaniu (7-40).

Natężenie przepływu powietrza (q_{VSSV}) dla każdego ustawionego dławienia (minimum 16 ustawień) oblicza się w normalnych m3/s na podstawie danych z przepływomierza przy pomocy metody zalecanej przez producenta. Współczynnik wypływu oblicza się w oparciu o dane wzorcowania dla każdego ustawienia za pomocą równania (7-73):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_V^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}}\left(r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}\right)\left(\frac{1}{1-r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}} \quad (7\text{-}73)$$

gdzie:

A_0 = zbiór stałych i konwersji jednostek = 0,0056940 $= 0{,}0056940 \left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

q_{VSSV} = natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

$T_{in,V}$ = temperatura na wlocie zwężki Venturiego [K]

d_V = średnica gardzieli SSV [mm]

r_p = stosunek gardzieli SSV do bezwzględnego ciśnienia statycznego na wlocie = $1 - \Delta p/p_p$ [-]

r_D = stosunek średnicy gardzieli SSV, d_V, do wewnętrznej średnicy rury wlotowej D [-]

Do oznaczenia zakresu przepływu poddźwiękowego należy sporządzić wykres C_d jako funkcję liczby Reynoldsa Re dla gardzieli SSV. Re dla gardzieli SSV oblicza się za pomocą równania (7-74):

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \quad (7\text{-}74)$$

przy czym:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (7\text{-}75)$$

▼B

gdzie:

A_1 = zbiór stałych i konwersji jednostek = 27,43831 $\left[\frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{min}{s} \cdot \frac{mm}{m}\right]$

$q_{l/SSV}$ = natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

d_V = średnica gardzieli SSV [mm]

μ = bezwzględna lub dynamiczna lepkość gazu [kg/(m · s)]

b = $1{,}458 \times 10^6$ (stała doświadczalna) [kg/(m · s · $K^{0,5}$)]

S = 110,4 (stała empiryczna) [K].

Jako że $q_{l/SSV}$ stanowi daną do równania *Re*, obliczenia należy rozpocząć od wstępnego założenia wartości $q_{l/SSV}$ lub C_d wzorcującej zwężki Venturiego i powtarzać do momentu uzyskania zbieżności $q_{l/SSV}$. Metoda osiągania zbieżności musi cechować się dokładnością do 0,1 % lub większą.

Dla minimum szesnastu punktów w obszarze przepływu poddźwiękowego wyliczone wartości C_d z wynikowego równania dopasowania krzywej wzorcowania mieszczą się w przedziale ± 0,5 % zmierzonej wartości C_d dla każdego punktu wzorcowania.

2.6. Korekcja ze względu na pełzanie

2.6.1. Procedura ogólna

Obliczenia z niniejszej sekcji wykonuje się w celu określenia, czy błąd pełzania analizatora gazowego unieważnia wyniki z danego przedziału czasowego badania. Jeżeli błąd pełzania nie unieważnia wyników z danego przedziału czasowego badania, odpowiedzi analizatora gazowego dla danego przedziału czasowego badania koryguje się pod względem pełzania zgodnie z pkt 2.6.2. Odpowiedzi analizatora gazowego skorygowane pod względem pełzania wykorzystuje się do wszystkich dalszych obliczeń emisji. Dopuszczalny próg pełzania analizatora gazowego w danym przedziale czasowym badania został określony w pkt 8.2.2.2 załącznika VI.

Ogólna procedura badania jest zgodna z przepisami określonymi w dodatku 1, a stężenia x_i lub $\bar{x}$ zastępuje się stężeniami c_i lub $\bar{c}$.

2.6.2. Procedura obliczeń

Korekcję ze względu na pełzanie oblicza się za pomocą równania (7-76):

$$c_{\,i\text{driftcor}} = c_{\,\text{refzero}} + (c_{\,\text{refspan}} - c_{\,\text{refzero}}) \frac{2c_{\,i} - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})}{(c_{\,\text{prespan}} + c_{\,\text{postspan}}) - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})} \quad (7\text{-}76)$$

gdzie:

$c_{i\text{driftcor}}$ = stężenie skorygowane ze względu na pełzanie [ppm]

c_{refzero} = stężenie odniesienia gazu zerowego, które zwykle wynosi zero, o ile nie podano inaczej [ppm]

c_{refspan} = stężenie odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego [ppm]

c_{prespan} = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego odnotowana przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania [ppm]

c_{postspan} = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego odnotowana po zakończeniu przedziału czasowego badania [ppm]

▼B

c_i lub $\overline{c}$ = stężenie zarejestrowane, tj. zmierzone, podczas badania przed zastosowaniem korekcji pełzania [ppm]

$c_{prezero}$ = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu zerowego odnotowana przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania [ppm]

$c_{postzero}$ = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu zerowego odnotowana po zakończeniu przedziału czasowego badania [ppm]

3. **Obliczenie emisji w oparciu o liczbę moli**

3.1. Indeksy dolne

	Ilość
abs	Wielkość bezwzględna
act	Wielkość rzeczywista
air	Powietrze w stanie suchym
atmos	Wielkość atmosferyczna
bkgnd	Tło
C	Węgiel
cal	Wielkość wzorcowa
CFV	Zwężka Venturiego o przepływie krytycznym
cor	Wielkość skorygowana
dil	Powietrze rozcieńczające
dexh	Rozcieńczone gazy spalinowe
dry	Wielkość w stanie suchym
exh	Nierozcieńczone gazy spalinowe
exp	Wielkość oczekiwana
eq	Wielkość równoważna
fuel	Paliwo
	Pomiar chwilowy (np.: 1 Hz)
i	Poszczególna wielkość z szeregu
idle	Stan dla obrotów biegu jałowego
in	Wielkość na wejściu
init	Wielkość początkowa, z reguły przed badaniem emisji
max	Wartość maksymalna (szczytowa)
meas	Wielkość mierzona
min	Wartość minimalna
mix	Masa molowa powietrza
out	Wielkość na wyjściu

▼B

	Ilość
part	Wielkość częściowa
PDP	Pompa wyporowa
raw	Spaliny nierozcieńczone
ref	Wielkość odniesienia
rev	Obroty
sat	Stan nasycony
slip	Poślizg PDP
smpl	Pobieranie próbek
span	Wielkość do ustawiania zakresu pomiarowego
SSV	Zwężka Venturiego o przepływie poddźwiękowym
std	Wielkość standardowa
test	Wielkość badawcza
total	Wielkość całkowita
uncor	Wielkość nieskorygowana
vac	Wielkość dla podciśnienia
weight	Odważnik wzorcowy
wet	Wielkość w stanie mokrym
zero	Wielkość zerowa

3.2. Symbole do bilansu chemicznego

$x_{dil/exh}$ = ilość gazu rozcieńczającego lub powietrza nadmiarowego na jeden mol gazów spalinowych

x_{H2Oexh} = ilość wody w spalinach na jeden mol gazów spalinowych

$x_{Ccombdry}$ = ilość węgla w spalinach pochodzącego z paliwa na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym

$x_{H2Oexhdry}$ = ilość wody w spalinach na jeden suchy mol gazów spalinowych w stanie suchym

$x_{prod/intdry}$ = ilość suchych produktów stechiometrycznych na jeden suchy mol powietrza dolotowego

$x_{dil/exhdry}$ = ilość gazu rozcieńczającego lub powietrza nadmiarowego na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym

$x_{int/exhdry}$ = ilość powietrza dolotowego wymagana do wytworzenia rzeczywistych produktów spalania na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym

$x_{raw/exhdry}$ = ilość nierozcieńczonych gazów spalinowych, bez powietrza nadmiarowego, na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym

$x_{O2intdry}$ = ilość O_2 w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego

$x_{CO2intdry}$ = ilość CO_2 w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego

▼B

$x_{H2Ointdry}$ = ilość H_2O w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego

x_{CO2int} = ilość CO_2 w powietrzu dolotowym na jeden mol powietrza dolotowego

x_{CO2dil} = ilość CO_2 w gazie rozcieńczającym na jeden mol gazu rozcieńczającego

$x_{CO2dildry}$ = ilość CO_2 w gazie rozcieńczającym na jeden mol suchego gazu rozcieńczającego

$x_{H2Odildry}$ = ilość H_2O w gazie rozcieńczającym na jeden mol suchego gazu rozcieńczającego

x_{H2Odil} = ilość H_2O w gazie rozcieńczającym na jeden mol gazu rozcieńczającego

$x_{[emission]meas}$ = ilość emisji zmierzonych w próbce przez dany analizator gazowy

$x_{[emission]dry}$ = ilość emisji na jeden suchy mol próbki w stanie suchym

$x_{H2O[emission]meas}$ = ilość wody w próbce w miejscu detekcji emisji

x_{H2Oint} = ilość wody w powietrzu dolotowym w oparciu o pomiar wilgotności powietrza dolotowego

3.3. Podstawowe parametry i zależności

3.3.1. Powietrze suche i substancje chemiczne

W niniejszej sekcji stosuje się następujące wartości dla składu powietrza suchego:

$x_{O2airdry}$ = 0,209445 mol/mol

$x_{Arairdry}$ = 0,00934 mol/mol

$x_{N2airdry}$ = 0,78084 mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 375 µmol/mol

W niniejszej sekcji stosuje się następujące masy molowe lub efektywne masy molowe substancji chemicznych:

M_{air} = 28,96559 g/mol (powietrze suche)

M_{Ar} = 39,948 g/mol (argon)

M_{C} = 12,0107 g/mol (węgiel)

M_{CO} = 28,0101 g/mol (tlenek węgla)

M_{CO2} = 44,0095 g/mol (dwutlenek węgla)

M_{H} = 1,00794 g/mol (wodór atomowy)

M_{H2} = 2,01588 g/mol (wodór cząsteczkowy)

M_{H2O} = 18,01528 g/mol (woda)

M_{He} = 4,002602 g/mol (hel)

M_{N} = 14,0067 g/mol (azot atomowy)

M_{N2} = 28,0134 g/mol (azot cząsteczkowy)

M_{NOx} = 46,0055 g/mol (tlenki azotu (*))

M_{O} = 15,9994 g/mol (tlen atomowy)

M_{O2} = 31,9988 g/mol (tlen cząsteczkowy)

▼B

M_{C3H8} = 44,09562 g/mol (propan)

M_S = 32,065 g/mol (siarka)

M_{HC} = 13,875389 g/mol (węglowodory całkowite (**))

(**) Efektywną masę molową HC określa się na podstawie stosunku atomowego wodoru do węgla, α, wynoszącego 1,85.

(*) Efektywna masa molowa NOx określona jest na podstawie masy molowej dwutlenku azotu, NO_2.

W niniejszej sekcji stosuje się następującą stałą molową gazu R dla gazów doskonałych:

R = 8,314472J (mol ·K)

W niniejszej sekcji stosuje się następujące wartości stosunku ciepła właściwego γ [J/(kg · K)]/[J/(kg · K)] dla powietrza rozcieńczającego i rozcieńczonych gazów spalinowych:

γ_{air} = 1,399 (stosunek ciepła właściwego dla powietrza dolotowego lub powietrza rozcieńczającego)

γ_{dil} = 1,399 (stosunek ciepła właściwego dla rozcieńczonych gazów spalinowych)

γ_{exh} = 1,385 (stosunek ciepła właściwego dla nierozcieńczonych gazów spalinowych)

3.3.2. Powietrze mokre

W niniejszej sekcji opisano sposób wyznaczania ilości wody w gazie doskonałym:

3.3.2.1. Prężność pary wodnej

Prężność pary wodnej p_{H2O} [kPa] dla danego warunku temperatury nasycenia, T_{sat} [K], oblicza się za pomocą równania (7-77) lub (7-78):

a) dla pomiarów wilgotności wykonywanych przy temperaturze otoczenia od 0 do 100 °C lub dla pomiarów wilgotności wykonywanych nad wodą przechłodzoną w temperaturach otoczenia od – 50 do 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969 \cdot \left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{4{,}76955 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}77)$$

gdzie:

p_{H2O} = prężność pary wodnej dla warunku temperatury nasycenia [kPa]

T_{sat} = temperatura nasycenia wody dla zmierzonego warunku [K]

b) dla pomiarów wilgotności wykonywanych nad lodem w temperaturach otoczenia od (– 100 do 0) ° C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}78)$$

gdzie:

T_{sat} = temperatura nasycenia wody dla zmierzonego warunku [K]

▼B

3.3.2.2. Punkt rosy

Jeżeli wilgotność mierzy się jako punkt rosy, ilość wody w gazie doskonałym x_{H2O} [mol/mol] uzyskuje się za pomocą równania (7-79):

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \quad (7\text{-}79)$$

gdzie:

x_{H2O} = ilość wody w gazie doskonałym [mol/mol]

p_{H2O} = prężność pary wodnej dla zmierzonego punktu rosy, $T_{sat} = T_{dew}$ [kPa]

p_{abs} = statyczne ciśnienie bezwzględne w stanie mokrym w miejscu pomiaru punktu rosy [kPa]

3.3.2.3. Wilgotność względna

Jeżeli wilgotność mierzy się jako wilgotność względną RH %, ilość wody w gazie doskonałym x_{H2O} [mol/mol] oblicza się za pomocą równania (7-80):

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{P_{H2O}}{P_{abs}} \quad (7\text{-}80)$$

gdzie:

RH % = wilgotność względna [%]

p_{H2O} = ciśnienie pary wodnej przy 100 % wilgotności względnej w miejscu pomiaru wilgotności względnej, $T_{sat} = T_{amb}$ [kPa]

p_{abs} = statyczne ciśnienie bezwzględne w stanie mokrym w miejscu pomiaru wilgotności względnej [kPa]

3.3.2.4. Określenie punktu rosy na podstawie wilgotności względnej i temperatury termometru suchego

Jeżeli wilgotność mierzy się jako wilgotność względną *RH %*, punkt rosy, T_{dew}, wyznacza się na podstawie *RH %* i temperatury termometru suchego za pomocą równania (7-81):

$$T_{dew} = \frac{2{,}0798233 \cdot 10^{2} - 2{,}0156028 \cdot 10^{1} \cdot \ln(p_{H2O}) + 4{,}6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln(p_{H2O})^{2} - 9{,}2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln(p_{H2O})^{3}}{1 - 1{,}3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln(p_{H2O}) + 5{,}6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(p_{H2O}^{2}) - 7{,}517286510 \cdot 10^{-5} \ln(p_{H2O}^{3})} \quad (7\text{-}81)$$

gdzie:

p_{H2O} = prężność pary wodnej przeskalowana w odniesieniu do wilgotności względnej w miejscu pomiaru wilgotności względnej, $T_{sat} = T_{amb}$

T_{dew} = punkt rosy wyznaczony na podstawie pomiaru wilgotności względnej i temperatury termometru suchego

3.3.3. Właściwości paliwa

Ogólny wzór paliwa to $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$, przy czym α to stosunek atomowy wodoru do węgla (H/C), β to stosunek atomowy tlenu do węgla (O/C), γ to stosunek atomowy siarki do węgla (S/C) i δ to stosunek atomowy azotu do węgla (N/C). Na podstawie tego wzoru można obliczyć ułamek masowy węgla w paliwie w_C. W przypadku oleju napędowego można użyć prostego wzoru $CH_\alpha O_\beta$. Można zastosować wartości domyślne składu paliwa z tabeli 7.3:

▼B

Tabela 7.3

Wartości domyślne stosunku atomowego wodoru do węgla, *α*, stosunku atomowego tlenu do węgla, *β*, stosunku atomowego siarki do węgla, γ, stosunku atomowego azotu do węgla, δ, oraz ułamka masowego węgla w paliwie, w_C, dla paliw wzorcowych

Paliwo	Stosunki atomowe wodoru, tlenu, siarki i azotu do węgla $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$	Stężenie masowe węgla, w_C [g/g]
Olej napędowy (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach)	$CH_{1,80}O_0S_0N_0$	0 869
Alkohol etylowy do specjalnych silników o zapłonie samoczynnym (ED95)	$CH_{2,92}O_{0,46}S_0N_0$	0,538
Benzyna (E10)	$CH_{1,92}O_{0,03}S_0N_0$	0 833
Benzyna (E0)	$CH_{1,85}O_0S_0N_0$	0 866
Alkohol etylowy (E85)	$CH_{2,73}O_{0,36}S_0N_0$	0 576
LPG	$CH_{2,64}O_0S_0N_0$	0 819
Gaz ziemny/biometan	$CH_{3,78}O_{0\ 016}S_0N_0$	0 747

3.3.3.1. Obliczanie stężenia masowego węgla, w_C

Jako alternatywę dla wartości domyślnych podanych w tabeli 7.3 lub w przypadku, gdy nie podano wartości domyślnych dla stosowanego paliwa wzorcowego, można obliczyć stężenie masowe węgla w_C na podstawie zmierzonych właściwości paliwa, za pomocą równania (7-82). Wartości α i β wyznacza się dla paliwa i wprowadza do równania we wszystkich przypadkach, jednak wartości γ i δ można ewentualnie określić na poziomie zera, jeżeli mają taką wartość w odpowiednim wierszu tabeli 7.3:

$$W_{\ C} = \frac{1 \cdot M_C}{M_{\ C} + \alpha \cdot M_{\ H} + \beta M_{\ o} + \gamma \cdot M_{\ S} + \delta M_{\ N}} \qquad (7\text{-}82)$$

gdzie:

M_C = masa molowa węgla;

α = stosunek atomowy wodoru do węgla w spalanej mieszance paliwowej, ważony pod względem zużycia molowego;

M_H = masa molowa wodoru;

β = stosunek atomowy tlenu do węgla w spalanej mieszance paliwowej, ważony pod względem zużycia molowego;

M_O = masa molowa tlenu;

γ = stosunek atomowy siarki do węgla w spalanej mieszance paliwowej, ważony pod względem zużycia molowego;

M_S = masa molowa siarki;

δ = stosunek atomowy azotu do węgla w spalanej mieszance paliwowej, ważony pod względem zużycia molowego;

M_N = masa molowa azotu.

▼B

3.3.4. Korekta stężenia węglowodorów całkowitych (THC) pod względem zanieczyszczenia początkowego

▼M2

W przypadku pomiaru HC, $x_{THC[THC\text{-}FID]}$ oblicza się w oparciu o stężenie początkowego zanieczyszczenia THC $x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ z pkt 7.3.1.3 w załączniku VI za pomocą równania (7-83):

▼B

$$x_{THC[THC-FID]_{cor}} = x_{THC[THC-FID]_{uncorr}} - x_{THC[THC-FID]_{init}} \quad (7\text{-}83)$$

gdzie:

$x_{THC[THC\text{-}FID]cor}$ = stężenie THC skorygowane pod względem zanieczyszczenia [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]uncorr}$ = nieskorygowane stężenie THC [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ = stężenie początkowego zanieczyszczenia THC [mol/mol]

3.3.5. Stężenie średnie ważone względem natężenia przepływu

W niektórych punktach niniejszej sekcji może być konieczne obliczenie stężenia średniego ważonego względem natężenia przepływu, aby określić, czy stosuje się określone przepisy. Wartość średnia ważona względem przepływu to średnia danej wartości po zważeniu jej proporcjonalnie do odpowiedniego natężenia przepływu. Na przykład jeżeli stężenie gazu mierzy się w sposób ciągły w nierozcieńczonych gazach spalinowych z silnika, jego stężenie średnie ważone względem natężenia przepływu stanowi sumę iloczynów każdego zapisanego stężenia i odpowiadającego mu molowego natężenia przepływu gazów spalinowych podzieloną przez sumę zapisanych wartości natężenia przepływu. W kolejnym przykładzie stężenie w worku w układzie CVS równa się stężeniu średniemu ważonemu względem natężenia przepływu, ponieważ sam układ CVS dokonuje ważenia stężenia w worku pod względem przepływu. ►M2 Dla wartości granicznej emisji można oczekiwać określonego stężenia średniego ważonego względem natężenia przepływu, w oparciu o wcześniejsze badania na podobnych silnikach lub przy użyciu podobnej aparatury i przyrządów. ◄

3.4. Bilanse chemiczne paliwa, powietrza dolotowego i gazów spalinowych

3.4.1. Uwagi ogólne

Bilanse chemiczne paliwa, powietrza dolotowego i gazów spalinowych mogą być wykorzystywane do obliczania przepływów, ilości wody w przepływach oraz stężenia w stanie mokrym składników w przepływach. W oparciu o natężenie przepływu jednego ze strumieni: paliwa, powietrza dolotowego albo gazów spalinowych można zastosować bilanse chemiczne, aby wyznaczyć natężenia przepływu dwóch pozostałych strumieni. Na przykład można zastosować bilanse chemiczne oraz natężenie przepływu powietrza dolotowego albo paliwa w celu wyznaczenia natężenia przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych.

3.4.2. Procedury wymagające bilansów chemicznych

Bilanse chemiczne są wymagane do wyznaczenia następujących wielkości:

a) ilości wody w przepływie nierozcieńczonych lub rozcieńczonych gazów spalinowych, x_{H2Oexh}, jeżeli nie mierzy się ilości wody na potrzeby poprawki o ilość wody usuwaną przez układ pobierania próbek;

b) średniego ułamka powietrza rozcieńczającego w rozcieńczonych gazach spalinowych ważonego względem natężenia przepływu, $x_{dil/exh}$, jeżeli nie mierzy się przepływu powietrza rozcieńczającego na potrzeby poprawki o emisje tła. Należy zauważyć, że jeżeli do tego celu używa się bilansów chemicznych, zakłada się, że gazy spalinowe są stechiometryczne, nawet jeżeli nie są.

▼B

3.4.3. Procedura bilansu chemicznego

Obliczenia bilansu chemicznego obejmują układ równań wymagających iteracji. Oszacowuje się wartości początkowe maksymalnie trzech wielkości: ilości wody w mierzonym przepływie, x_{H2Oexh}, ułamka powietrza rozcieńczającego w rozcieńczonych gazach spalinowych (lub powietrza nadmiarowego w nierozcieńczonych gazach spalinowych), $x_{dil/exh}$, oraz ilości produktów na podstawie równoważnika C1 na jeden suchy mol zmierzonego przepływu w stanie suchym, $x_{Ccombdry}$. W bilansie chemicznym można wykorzystać ważone czasowo wartości średnie wilgotności powietrza spalania i wilgotności powietrza rozcieńczającego, o ile wilgotność powietrza spalania i wilgotność powietrza rozcieńczającego mieszczą się w tolerancji ± 0,0025 mol/mol w stosunku do ich odpowiednich wartości średnich dla danego przedziału czasowego badania. Dla każdego stężenia składnika emisji x i ilości wody x_{H2Oexh} wyznacza się stężenie w stanie całkowicie suchym, x_{dry} i $x_{H2Oexhdry}$. Stosuje się również następujące wartości dla paliwa: stosunek atomowy wodoru do węgla, α, tlenu do węgla, β, oraz ułamek masowy węgla w paliwie, w_C. Dla paliwa badawczego można zastosować α i β lub wartości domyślne z tabeli 7.3.

W celu ukończenia bilansu chemicznego wykonuje się następujące czynności:

a) zmierzone stężenia, takie jak $x_{CO2meas}$, x_{NOmeas}, i x_{H2Oint}, przekształca się na stężenia w stanie suchym poprzez podzielenie ich przez jeden minus ilość wody obecnej podczas ich pomiarów; na przykład: $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$, oraz x_{H2Oint}. Jeżeli ilość wody obecnej podczas pomiaru „w stanie mokrym" jest taka sama jak nieznana ilość wody w przepływie gazów spalinowych, x_{H2Oexh}, należy ją rozwiązać iteracyjnie dla takiej wartości w systemie równań. Jeżeli mierzy się tylko całkowitą zawartość NO_x, a nie NO i NO_2 oddzielnie, w oparciu o właściwą ocenę techniczną oszacowuje się podział ogólnego stężenia NO_x na NO i NO_2 do celów bilansów chemicznych. Można założyć, że stężenie molowe NO_x, x_{NOx}, składa się z 75 % NO i 25 % NO_2. W przypadku układów oczyszczania z gromadzeniem NO_2 można założyć, że x_{NOx} składa się z 25 % NO i 75 % NO_2. Do obliczeń masy emisji NO_x stosuje się masę molową NO_2 jako efektywną masę molową wszystkich tlenków NO_x, niezależnie od rzeczywistego ułamka NO_2 w NO_x;

b) równania od (7-82) do (7-99) z lit. d) niniejszego punktu wprowadza się do programu komputerowego w celu iteracyjnego rozwiązania dla x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ i $x_{dil/exh}$. Wartości początkowe x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$, i $x_{dil/exh}$ oszacowuje się w oparciu o właściwą ocenę techniczną. Zaleca się, aby szacowana początkowa ilość wody była około dwukrotnie większa niż ilość wody w powietrzu dolotowym lub powietrzu rozcieńczającym. Zaleca się, aby szacowana początkowa wartość $x_{Ccombdry}$ stanowiła sumę zmierzonych wartości CO_2, CO i THC. Zaleca się również, aby szacowana początkowa wartość x_{dil} wynosiła od 0,75 do 0,95, np. 0,8. Wartości w układzie równań iteruje się do chwili, kiedy wszystkie ostatnio zaktualizowane oszacowania nie różnią się o więcej niż ± 1 % od swoich ostatnio obliczonych wartości;

c) w układzie równań z lit. d) niniejszego punktu stosowane są następujące symbole i indeksy dolne, gdzie jednostką x jest mol/mol:

Symbol	Opis
$x_{dil/exh}$	Ilość gazu rozcieńczającego lub powietrza nadmiarowego na jeden mol gazów spalinowych
x_{H2Oexh}	Ilość H_2O w spalinach na jeden mol gazów spalinowych

▼B

Symbol	Opis
$x_{Ccombdry}$	Ilość węgla w spalinach pochodzącego z paliwa na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym
$x_{H2Oexhdry}$	Ilość wody w spalinach na jeden suchy mol gazów spalinowych w stanie suchym
$x_{prod/intdry}$	Ilość suchych produktów stechiometrycznych na jeden suchy mol powietrza dolotowego
$x_{dil/exhdry}$	Ilość gazu rozcieńczającego lub powietrza nadmiarowego na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym
$x_{int/exhdry}$	Ilość powietrza dolotowego wymagana do wytworzenia rzeczywistych produktów spalania na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym
$x_{raw/exhdry}$	Ilość nierozcieńczonych spalin, bez powietrza nadmiarowego, na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym
$x_{O2intdry}$	Ilość O_2 w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego; można założyć $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol
$x_{CO2intdry}$	Ilość CO_2 w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego. Można zastosować $x_{CO2intdry}$ = 375 μmol/mol, ale zaleca się pomiar rzeczywistego stężenia powietrza dolotowego
$x_{H2Ointdry}$	Ilość H_2O w powietrzu dolotowym na jeden mol suchego powietrza dolotowego
x_{CO2int}	Ilość CO2 w powietrzu dolotowym na jeden mol powietrza dolotowego
x_{CO2dil}	Ilość CO_2 w gazie rozcieńczającym na jeden mol gazu rozcieńczającego
$x_{CO2dildry}$	Ilość CO_2 w gazie rozcieńczającym na jeden mol suchego gazu rozcieńczającego. Jeżeli stosuje się powietrze jako rozcieńczalnik, można zastosować $x_{CO2dildry}$ = 375 μmol/mol, ale zaleca się pomiar rzeczywistego stężenia powietrza dolotowego
$x_{H2Odildry}$	Ilość H_2O w gazie rozcieńczającym na jeden mol suchego gazu rozcieńczającego
x_{H2Odil}	Ilość H_2O w gazie rozcieńczającym na jeden mol gazu rozcieńczającego
$x_{[emission]meas}$	Ilość emisji zmierzonych w próbce przez dany analizator gazowy
$x_{[emission]dry}$	Ilość emisji na jeden suchy mol próbki w stanie suchym
$x_{H2O[emission]meas}$	Ilość wody w próbce w miejscu detekcji emisji. Wartości te mierzy się lub oszacowuje zgodnie z pkt 9.3.2.3.1

▼B

Symbol	Opis
x_{H2Oint}	Ilość wody w powietrzu dolotowym w oparciu o pomiar wilgotności powietrza dolotowego
K_{H2Ogas}	Współczynnik równowagi reakcji wodno-gazowej. Można zastosować wartość 3,5 lub obliczyć inną w oparciu o właściwą ocenę techniczną
α	Stosunek atomowy wodoru do węgla w spalanej mieszance paliwowej (), ważony pod względem zużycia molowego
β	Stosunek atomowy tlenu do węgla w spalanej mieszance paliwowej (), ważony pod względem zużycia molowego

d) Stosuje się następujące równania [(7-84) do (7-101)] w celu iteracyjnego rozwiązania $x_{dil/exh}$, x_{H2Oexh} i $x_{Ccombdry}$:

$$x_{\text{dil/exh}} = 1 - \frac{x_{raw/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \tag{7-84}$$

$$x_{\text{H2Oexh}} = \frac{x_{H2Oexhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \tag{7-85}$$

$$x_{\text{Ccombdry}} = x_{\text{CO2dry}} + x_{\text{COdry}} + x_{\text{THCdry}} - x_{\text{CO2dil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} - x_{\text{CO2int}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} \tag{7-86}$$

$$x_{\text{H2dry}} = \frac{x_{COdry} \cdot (x_{H2Oexhdry} - x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry})}{K_{H2Ogas} \cdot (x_{CO2dry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry})} \tag{7-87}$$

$$x_{\text{H2Oexhdry}} = \frac{\alpha}{2}(x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) + x_{\text{H2Odil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} + x_{\text{H2Oint}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{H2dry}} \tag{7-88}$$

$$x_{\text{dil/exhdry}} = \frac{x_{dil/exh}}{1 - x_{\text{H2Oexh}}} \tag{7-89}$$

$$x_{\text{int/exhdry}} = \frac{1}{2 \cdot x_{\text{O2int}}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) - (x_{\text{COdry}} - x_{\text{NOdry}} - 2x_{\text{NO2dry}} + x_{\text{H2dry}})\right] \tag{7-90}$$

$$x_{\text{raw/exhdry}} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta + \delta\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) + (2x_{\text{THCdry}} + x_{\text{COdry}} - x_{\text{NO2dry}} + x_{\text{H2dry}})\right] + x_{\text{int/exhdry}} \tag{7-91}$$

$$x_{\text{O2int}} = \frac{0{,}209820 - x_{\text{CO2intdry}}}{1 + x_{\text{H2Ointdry}}} \tag{7-92}$$

$$x_{\text{CO2int}} = \frac{x_{CO2intdry}}{1 + x_{\text{H2Ointdry}}} \tag{7-93}$$

$$x_{\text{H2Ointdry}} = \frac{x_{H2Oint}}{1 - x_{\text{H2Oint}}} \tag{7-94}$$

$$x_{\text{CO2dil}} = \frac{x_{CO2dildry}}{1 + x_{\text{H2Odildry}}} \tag{7-95}$$

$$x_{\text{H2Odildry}} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{\text{H2Odil}}} \tag{7-96}$$

$$x_{\text{COdry}} = \frac{x_{COmeas}}{1 - x_{\text{H2OCOmeas}}} \tag{7-97}$$

▼B

$$x_{\mathrm{CO2dry}} = \frac{x_{CO2meas}}{1 - x_{\mathrm{H2OCO2meas}}} \quad (7\text{-}98)$$

$$x_{\mathrm{NOdry}} = \frac{x_{NOmeas}}{1 - x_{\mathrm{H2ONOmeas}}} \quad (7\text{-}99)$$

$$x_{\mathrm{NO2dry}} = \frac{x_{NO2meas}}{1 - x_{\mathrm{H2ONO2meas}}} \quad (7\text{-}100)$$

$$x_{\mathrm{THCdry}} = \frac{x_{THCmeas}}{1 - x_{\mathrm{H2OTHCmeas}}} \quad (7\text{-}101)$$

Na koniec bilansu chemicznego oblicza się molowe natężenie przepływu, jak określono w pkt 3.5.3 i 3.6.3.

3.4.4. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność

Wszystkie stężenia NO_x, w tym stężenia tła w powietrzu rozcieńczającym, koryguje się pod względem wilgotności powietrza dolotowego przy użyciu równań (7-102) lub (7-103):

(a) dla silników z zapłonem samoczynnym:

$$x_{\mathrm{NOxcor}} = x_{\mathrm{NOxuncor}} \cdot (9{,}953 \cdot x_{\mathrm{H2O}} + 0{,}832) \quad (7\text{-}102)$$

(b) dla silników z zapłonem iskrowym:

$$x_{\mathrm{NOxcor}} = x_{\mathrm{NOxuncor}} \cdot (18{,}840 \cdot x_{\mathrm{H2O}} + 0{,}68094) \quad (7\text{-}103)$$

gdzie:

x_{NOxuncor} = nieskorygowane stężenie molowe NO_x w gazach spalinowych [μmol/mol]

x_{H2O} = ilość wody w powietrzu dolotowym [mol/mol]

▼M2

3.5. Pomiar emisji gazowych w spalinach nierozcieńczonych

▼B

3.5.1. Masa emisji gazowych

Aby obliczyć masę całkowitą emisji gazowej w badaniu m_{gas} [g/badanie], stężenie molowe emisji mnoży się przez odpowiedni przepływ molowy i masę molową gazów spalinowych; następnie całkuje się po cyklu badania [równanie (7-104)]:

$$m_{\mathrm{gas}} = M_{\mathrm{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\mathrm{exh}} \cdot x_{\mathrm{gas}} \cdot \mathrm{d}t \quad (7\text{-}104)$$

gdzie:

M_{gas} = masa molowa ogólnej emisji gazowej [g/mol]

$\dot{n}_{\mathrm{exh}}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

x_{gas} = chwilowe ogólne stężenie molowe gazu w stanie mokrym [mol/mol]

t = czas [s]

Ponieważ równanie (7-104) musi być rozwiązane przez całkowanie numeryczne, zostaje przekształcone na równanie (7-105):

$$m_{\mathrm{gas}} = M_{\mathrm{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\mathrm{exh}} \cdot x_{\mathrm{gas}} \cdot \mathrm{d}t \Rightarrow$$
$$m_{\mathrm{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\mathrm{gas}} \cdot \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} \dot{n}_{\mathrm{exh}i} \cdot x_{\mathrm{gas}i} \quad (7\text{-}105)$$

▼B

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

x_{gasi} = chwilowe ogólne stężenie molowe gazu w stanie mokrym [mol/mol]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

Równanie ogólne można zmodyfikować w zależności od tego, jaki układ pomiarowy się stosuje, czy pobieranie próbek ma charakter okresowy, czy ciągły, oraz czy próbki pobiera się z przepływu o natężeniu zmiennym zamiast stałego.

a) W przypadku ciągłego pobierania próbek, dla ogólnego przypadku zmiennego natężenia przepływu, masę emisji gazowej m_{gas} [g/badanie] oblicza się za pomocą równania (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (7\text{-}106)$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

x_{gasi} = chwilowy ułamek molowy emisji gazowej w stanie mokrym [mol/mol]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

b) Ponownie w przypadku ciągłego pobierania próbek, ale dla szczególnego przypadku stałego natężenia przepływu, masę emisji gazowej m_{gas} [g/badanie] oblicza się za pomocą równania (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}107)$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = średni ułamek molowy emisji gazowej w stanie mokrym [mol/mol]

Δt = czas trwania przedziału czasowego badania.

c) W przypadku okresowego pobierania próbek, niezależnie od tego, czy natężenie przepływu jest zmienne czy stałe, równanie (7-104) można uprościć za pomocą równania (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \quad (7\text{-}108)$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = średni ułamek molowy emisji gazowej w stanie mokrym [mol/mol]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

▼B

3.5.2. Przekształcenie stężenia ze stanu suchego na mokry

Parametry w niniejszym punkcie zostały otrzymane z wyników bilansu chemicznego obliczonego w pkt 3.4.3. Istnieje następująca zależność między stężeniami molowymi gazu w zmierzonym przepływie x_{gasdry} i x_{gas} [mol/mol] wyrażonym, odpowiednio, w stanie suchym i mokrym [równania (7-109) i (7-110)]:

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H2O}}} \quad (7\text{-}109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H2Odry}}} \quad (7\text{-}110)$$

gdzie:

x_{H2O} = ułamek molowy wody w zmierzonym przepływie w stanie mokrym [mol/mol]

x_{H2Odry} = ułamek molowy wody w zmierzonym przepływie w stanie suchym [mol/mol]

W przypadku emisji gazowych stężenie ogólne x [mol/mol] koryguje o ilość usuniętej wody za pomocą równania (7-111):

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[\frac{(1 - x_{\text{H2Oexh}})}{1 - x_{\text{H2O[emission]meas}}} \right] \quad (7\text{-}111)$$

gdzie:

$x_{[emission]meas}$ = ułamek molowy emisji w zmierzonym przepływie w miejscu pomiaru [mol/mol]

$x_{H2O[emission]meas}$ = ilość wody w zmierzonym przepływie dla pomiaru stężenia [mol/mol]

x_{H2Oexh} = ilość wody w przepływomierzu [mol/mol].

3.5.3. Molowe natężenie przepływu gazów spalinowych

Natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych można zmierzyć bezpośrednio lub obliczyć na podstawie bilansu chemicznego z pkt 3.4.3. Molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych oblicza się ze zmierzonego molowego natężenia przepływu powietrza dolotowego lub z masowego natężenia przepływu paliwa. Molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych można obliczyć z próbek emisji, $\dot{n}_{exh}$, w oparciu o zmierzone molowe natężenie przepływu powietrza dolotowego, $\dot{n}_{int}$, lub zmierzone masowe natężenie przepływu paliwa, $\dot{m}_{fuel}$, oraz wartości obliczone przy użyciu bilansu chemicznego z pkt 3.4.3. Rozwiązuje się je dla bilansu chemicznego z pkt 3.4.3 przy zastosowaniu tej samej częstotliwości, dla której aktualizowane i zapisywane są $\dot{n}_{int}$ lub $\dot{m}_{fuel}$.

a) Natężenie przepływu emisji ze skrzyni korbowej. Przepływ nierozcieńczonych gazów spalinowych można obliczyć w oparciu o $\dot{n}_{int}$ lub $\dot{m}_{fuel}$ tylko w przypadku, gdy co najmniej jedno z poniższych twierdzeń jest prawdziwe w odniesieniu do natężenia przepływu emisji ze skrzyni korbowej:

   (i) badany silnik jest wyposażony w produkcyjny system kontroli emisji z zamkniętą skrzynią korbową, w którym przepływ emisji ze skrzyni jest kierowany z powrotem do powietrza dolotowego, za przepływomierzem powietrza dolotowego (w kierunku przepływu);

   (ii) podczas badania emisji przepływ z otwartej skrzyni korbowej jest kierowany do gazów spalinowych zgodnie z pkt 6.10 załącznika VI;

▼B

(iii) emisje i przepływ z otwartej skrzyni korbowej mierzy się i dodaje do obliczeń emisji jednostkowych;

(iv) przy użyciu danych dotyczących emisji lub analizy technicznej można wykazać, że pominięcie natężenia przepływu emisji z otwartej skrzyni korbowej nie ma negatywnego wpływu na zgodność z obowiązującymi normami.

b) Obliczenia molowego natężenia przepływu w oparciu o powietrze dolotowe.

W oparciu o $\dot{n}_{\text{int}}$ molowe natężenie przepływu gazów spalinowych $\dot{n}_{\text{exh}}$ [mol/s] oblicza się za pomocą równania (7-112):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{n}_{\text{int}}}{1 + \frac{(x_{int/exhdry} - x_{raw/exhdry})}{(1+x_{\text{H2Oexhdry}})}} \quad (7\text{-}112)$$

gdzie:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych, w którym mierzone są emisje [mol/s]

$\dot{n}_{\text{int}}$ = molowe natężenie przepływu powietrza dolotowego, z uwzględnieniem wilgotności w powietrzu dolotowym [mol/s]

$x_{\text{int/exhdry}}$ = ilość powietrza dolotowego wymagana do wytworzenia rzeczywistych produktów spalania na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym [mol/mol]

$x_{\text{raw/exhdry}}$ = ilość nierozcieńczonych gazów spalinowych, bez powietrza nadmiarowego, na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym [mol/mol]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = ilość wody w gazach spalinowych na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym [mol/mol]

c) Obliczenia molowego natężenia przepływu w oparciu o masowe natężenie przepływu paliwa.

Opierając się na $\dot{m}_{\text{fuel}}$, $\dot{n}_{\text{exh}}$ [mol/s] oblicza się w następujący sposób:

W przypadku badań laboratoryjnych obliczenia te można stosować tylko podczas badań NRSC z fazami dyskretnymi i badań RMC [równanie (7-113)]:

▼M2

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot W_C \cdot (1 + X_{H_2Oexhdry})}{M_c \cdot X_{Ccombdry}} \quad (7\text{-}113)$$

▼B

gdzie:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych, w którym mierzone są emisje

$\dot{m}_{\text{fuel}}$ = natężenie przepływu paliwa, z uwzględnieniem wilgotności w powietrzu dolotowym [g/s]

w_{C} = ułamek masowy węgla dla danego paliwa [g/g]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = ilość H_2O na jeden suchy mol zmierzonego przepływu [mol/mol]

M_{C} = masa cząsteczkowa węgla 12,0107 g/mol

x_{Ccombdry} = ilość węgla w gazach spalinowych pochodzącego z paliwa na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym [mol/mol]

▼B

d) Obliczenia molowego natężenia przepływu gazów spalinowych w oparciu o zmierzone molowe natężenie przepływu powietrza dolotowego, molowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych i bilans chemiczny spalin rozcieńczonych

Molowe natężenie przepływu gazów spalinowych $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] można obliczyć w oparciu o zmierzone molowe natężenie przepływu powietrza dolotowego, $\dot{n}_{int}$, zmierzone molowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych, $\dot{n}_{dexh}$, oraz wartości obliczone przy użyciu bilansu chemicznego z pkt 3.4.3. Należy zauważyć, że bilans chemiczny musi opierać się na stężeniach rozcieńczonych gazów spalinowych. W przypadku obliczeń ciągłego przepływu rozwiązuje się je dla bilansu chemicznego z pkt 3.4.3 przy zastosowaniu tej samej częstotliwości, dla której aktualizowane i zapisywane są $\dot{n}_{int}$ i $\dot{n}_{dexh}$. Obliczoną wartość $\dot{n}_{dexh}$ można wykorzystać podczas weryfikacji stosunku rozcieńczenia cząstek stałych, obliczania molowego natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego podczas korekcji ze względu na tło w pkt 3.6.1 oraz obliczania masowych emisji w pkt 3.5.1 w odniesieniu do substancji zmierzonych w spalinach nierozcieńczonych.

W oparciu o molowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych i powietrza dolotowego molowe natężenie przepływu gazów spalinowych $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] oblicza się w następujący sposób:

$$\dot{n}_{exh} = (x_{raw/exhdry} - x_{int/exhdry}) \cdot (1 - x_{H2Oexh}) \cdot \dot{n}_{dexh} + \dot{n}_{int} \qquad (7\text{-}114)$$

gdzie:

$\dot{n}_{exh}$ = molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych, w którym mierzone są emisje [mol/s];

$x_{int/exhdry}$ = ilość powietrza dolotowego wymagana do wytworzenia rzeczywistych produktów spalania na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym [mol/mol];

$x_{raw/exhdry}$ = ilość nierozcieńczonych gazów spalinowych, bez powietrza nadmiarowego, na jeden mol gazów spalinowych (nierozcieńczonych lub rozcieńczonych) w stanie suchym [mol/mol];

x_{H2Oexh} = ilość wody w gazach spalinowych na jeden mol gazów spalinowych [mol/mol];

$\dot{n}_{dexh}$ = molowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych, w którym mierzone są emisje [mol/s];

$\dot{n}_{int}$ = molowe natężenie przepływu powietrza dolotowego, z uwzględnieniem wilgotności w powietrzu dolotowym [mol/s].

3.6. Emisje rozcieńczonych zanieczyszczeń gazowych

▼M2

3.6.1. Obliczenia masy emisji i korekcja ze względu na tło

Masę emisji gazowych m_{gas} [g/badanie] w zależności od molowych natężeń przepływu emisji oblicza się w następujący sposób:

a) Na potrzeby ciągłego pobierania próbek, przy zmiennym natężeniu przepływu, obliczenia przeprowadza się za pomocą równania (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot X_{gasi} \qquad \text{[zob. równanie (7-106)]}$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

x_{gasi} = chwilowe ogólne stężenie molowe gazu w stanie mokrym [mol/mol]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

▼M2

b) Na potrzeby ciągłego pobierania próbek, przy zmiennym natężeniu przepływu, obliczenia przeprowadza się za pomocą równania (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{[zob. równanie (7-107)]}$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = średni ułamek molowy emisji gazowej w stanie mokrym [mol/mol]

Δt = czas trwania przedziału czasowego badania.

c) Na potrzeby okresowego pobierania próbek, niezależnie od tego, czy natężenie przepływu jest zmienne, czy stałe, obliczenia przeprowadza się za pomocą równania (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \qquad \text{[zob. równanie (7-108)]}$$

gdzie:

M_{gas} = ogólna masa molowa emisji [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = średni ułamek molowy emisji gazowej w stanie mokrym [mol/mol]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

d) W przypadku rozcieńczonych gazów spalinowych obliczone wartości masy zanieczyszczeń należy skorygować poprzez odjęcie masy emisji tła pochodzących z powietrza rozcieńczającego:

(i) po pierwsze, wyznacza się molowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego n_{airdil} [mol/s] dla całego przedziału czasowego badania. Może to być wartość zmierzona lub wartość obliczona w oparciu o przepływ rozcieńczonych gazów spalinowych i średni ułamek powietrza rozcieńczającego w rozcieńczonych gazach spalinowych ważony względem natężenia przepływu, $\bar{x}_{\text{dil/exh}}$;

(ii) całkowity przepływ powietrza rozcieńczającego n_{airdil} [mol] mnoży się przez średnie stężenie emisji tła. Wartość ta może być średnią ważoną ze względu na czas lub średnią ważoną ze względu na przepływ (np. tło próbkowane proporcjonalnie). Iloczyn n_{airdil} i średniego stężenia emisji tła stanowi wartość całkowitą emisji tła;

(iii) jeżeli wynikiem jest wartość molowa, należy ją przekształcić na masę emisji tła m_{bkgnd} [g] poprzez pomnożenie jej przez masę molową emisji M_{gas} [g/mol];

(iv) masę całkowitą emisji tła odejmuje się od masy całkowitej emisji w celu skorygowania jej o emisje tła;

(v) przepływ całkowity powietrza rozcieńczającego można wyznaczyć za pomocą bezpośredniego pomiaru przepływu. W takim przypadku oblicza się masę całkowitą tła w oparciu o przepływ powietrza rozcieńczającego, n_{airdil}. Masę tła odejmuje się od masy całkowitej. Wynik wykorzystuje się do obliczeń emisji jednostkowych;

▼M2

(vi) przepływ całkowity powietrza rozcieńczającego można wyznaczyć z przepływu całkowitego rozcieńczonych gazów spalinowych i z bilansu chemicznego paliwa, powietrza dolotowego i gazów spalinowych, jak opisano w pkt 3.4. W takim przypadku oblicza się masę całkowitą tła w oparciu o przepływ całkowity rozcieńczonych gazów spalinowych, n_{dexh}. Następnie wynik mnoży się przez średni ułamek powietrza rozcieńczającego w rozcieńczonych gazach spalinowych ważony względem natężenia przepływu, $\overline{x}_{dil/exh}$.

Uwzględniając oba przypadki (v) i (vi), stosuje się równania (7-115) i (7-116):

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \text{ lub } m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \overline{x}_{dil/exh} \cdot \overline{x}_{bkgnd} \cdot n_{dexh} \quad (7\text{-}115)$$

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd} \quad (7\text{-}116)$$

gdzie:

m_{gas} = masa całkowita emisji gazowej [g]

m_{bkgnd} = masy całkowite emisji tła [g]

m_{gascor} = masa emisji gazowych skorygowanych o emisje tła [g]

M_{gas} = masa cząsteczkowa ogólnej emisji gazowej [g/mol]

x_{gasdil} = stężenie emisji gazowych w powietrzu rozcieńczającym [mol/mol]

n_{airdil} = przepływ molowy powietrza rozcieńczającego [mol]

$\overline{x}_{dil/exh}$ = średni ułamek powietrza rozcieńczającego w rozcieńczonych gazach spalinowych ważony względem natężenia przepływu [mol/mol]

$\overline{x}_{bkgnd}$ = ułamek gazowy tła [mol/mol]

n_{dexh} = przepływ całkowity rozcieńczonych gazów spalinowych [mol]

▼B

3.6.2. Przekształcenie stężenia ze stanu suchego na mokry

Te same zależności dla gazów nierozcieńczonych (pkt 3.5.2) stosuje się do przekształcenia ze stanu suchego na mokry w odniesieniu do próbek rozcieńczonych. W odniesieniu do powietrza rozcieńczającego wykonuje się pomiar wilgotności w celu obliczenia ułamka pary wodnej $x_{H2Odildry}$ [mol/mol] w powietrzu rozcieńczającym za pomocą równania (7-96):

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{[zob. równanie (7-96)]}$$

gdzie:

x_{H2Odil} = ułamek molowy wody w przepływie powietrza rozcieńczającego [mol/mol]

3.6.3. Molowe natężenie przepływu gazów spalinowych

a) Obliczenia przy użyciu bilansu chemicznego

Molowe natężenie przepływu $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] można obliczyć w oparciu o masowe natężenie przepływu paliwa $\dot{m}_{fuel}$ za pomocą równania (7-113):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_C \cdot (1 + x_{H2Oexhdry})}{M_C \cdot x_{Ccombdry}} \quad \text{(zob. równanie 7-113)}$$

▼B

gdzie:

$\dot{n}_{exh}$ = molowe natężenie przepływu nierozcieńczonych gazów spalinowych, w którym mierzone są emisje

$\dot{m}_{fuel}$ = natężenie przepływu paliwa, z uwzględnieniem wilgotności w powietrzu dolotowym [g/s]

w_C = ułamek masowy węgla dla danego paliwa [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = ilość H_2O na jeden suchy mol zmierzonego przepływu [mol/mol]

M_C = masa cząsteczkowa węgla 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = ilość węgla w gazach spalinowych pochodzącego z paliwa na jeden mol gazów spalinowych w stanie suchym [mol/mol]

b) Pomiar

Molowe natężenie przepływu gazów spalinowych można zmierzyć za pomocą trzech układów:

(i) ►M2 molowe natężenie przepływu przez PDP. molowe natężenie przepływu przez PDP. Na podstawie prędkości, z jaką pompa wyporowa (PDP) pracuje w danym przedziale czasowym badania, odpowiednie nachylenie a_1 i punkt przecięcia a_0 [-], obliczone przy użyciu procedury wzorcowania określonej w pkt 3.9.2, wykorzystuje się do obliczenia molowego natężenia przepływu $\dot{n}$ [mol/s] za pomocą równania (7-117): ◄

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \quad (7\text{-}117)$$

przy czym:

$$V_{rev} = \frac{a_1}{f_{n,PDP} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + a_0} \quad (7\text{-}118)$$

gdzie:

a_1 = współczynnik wzorcowania [m^3/s]

a_0 = współczynnik wzorcowania [m^3/obr.]

p_{in}, p_{out} = ciśnienie wlotowe/wylotowe [Pa]

R = stała molowa gazu [J/(mol·K)]

T_{in} = temperatura na wlocie [K]

V_{rev} = objętość przepompowana przez PDP [m^3/obr.]

$f_{n.,PDP}$ = prędkość obrotowa PDP [obr./s];

(ii) ►M2 molowe natężenie przepływu przez SSV. W oparciu o równanie C_d w zależności od $R_e^{\#}$ wyznaczone zgodnie z pkt 3.9.4 oblicza się molowe natężenie przepływu przez zwężkę Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV) w czasie badania emisji $\dot{n}$ [mol/s] za pomocą równania (7-119): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}119)$$

gdzie:

p_{in} = ciśnienie wlotowe [Pa]

A_t = powierzchnia przekroju poprzecznego gardzieli zwężki Venturiego [m^2]

R = stała molowa gazu [J/(mol·K)]

T_{in} = temperatura na wlocie [K]

Z = współczynnik ściśliwości

▼B

M_{mix} = masa molowa rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/mol]

C_d = współczynnik wypływu SSV [-]

C_f = współczynnik przepływu SSV [-];

(iii) ►M2 molowe natężenie przepływu przez CFV. Aby obliczyć molowe natężenie przepływu przez pojedynczą zwężkę lub kombinację zwężek Venturiego, wykorzystuje się jej odpowiednią średnią C_d i inne stałe wyznaczone zgodnie z pkt 3.9.5. Molowe natężenie przepływu $\dot{n}$ [mol/s] podczas badania emisji oblicza się za pomocą równania (7-120): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}120)$$

gdzie:

p_{in} = ciśnienie wlotowe [Pa]

A_t = powierzchnia przekroju poprzecznego gardzieli zwężki Venturiego [m^2]

R = stała molowa gazu [J/(mol·K)]

T_{in} = temperatura na wlocie [K]

Z = współczynnik ściśliwości

M_{mix} = masa molowa rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/mol]

C_d = współczynnik wypływu CFV [-]

C_f = współczynnik przepływu CFV [-].

3.7. Oznaczanie cząstek stałych

3.7.1. Pobieranie próbek

a) Pobieranie próbek ze zmiennego natężenia przepływu:

Jeżeli pobiera się próbkę okresową ze zmiennego natężenia przepływu gazów spalinowych, uzyskuje się próbkę proporcjonalną do zmieniającego się natężenia przepływu gazów spalinowych. Natężenie przepływu całkuje się po przedziale czasowym badania w celu wyznaczenia przepływu całkowitego. Średnie stężenie cząstek stałych $\overline{M}_{PM}$ (które jest już wyrażone w jednostkach masy na mol próbki) mnoży się przez przepływ całkowity, aby otrzymać masę całkowitą cząstek stałych m_{PM} [g] za pomocą równania (7-121):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7\text{-}121)$$

gdzie:

$\dot{n}_i$ = chwilowe molowe natężenie przepływu gazów spalinowych [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = średnie stężenie cząstek stałych [g/mol]

Δt_i = przedział czasowy pobierania próbek [s].

b) Pobieranie próbek ze stałego natężenia przepływu

Jeżeli pobiera się próbkę okresową ze stałego natężenia przepływu gazów spalinowych, wyznacza się średnie molowe natężenie przepływu, z którego uzyskiwana jest próbka. Średnie stężenie cząstek stałych mnoży się przez przepływ całkowity, aby otrzymać masę całkowitą cząstek stałych m_{PM} [g] za pomocą równania (7-122):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}122)$$

▼B

gdzie:

$\dot{n}$ = molowe natężenie przepływu gazów spalinowych [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = średnie stężenie cząstek stałych [g/mol]

Δt = czas trwania przedziału czasowego badania [s].

W przypadku pobierania próbek ze stałym stosunkiem rozcieńczenia (*DR*) m_{PM} [g] oblicza się za pomocą równania (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7\text{-}123)$$

gdzie:

m_{PMdil} = masa cząstek stałych w powietrzu rozcieńczającym [g]

DR = stosunek rozcieńczenia [-] zdefiniowany jako stosunek masy emisji *m* do masy rozcieńczonych gazów spalinowych $m_{dil/exh}$ ($DR = m/m_{dil/exh}$).

Stosunek rozcieńczenia DR można wyrazić jako funkcję $x_{dil/exh}$ [równanie (7-124)]:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7\text{-}124)$$

3.7.2. Korekcja ze względu na tło

W celu skorygowania masy cząstek stałych o tło stosuje się takie samo podejście jak w pkt 3.6.1. Poprzez pomnożenie $\overline{M}_{PMbkgnd}$ przez przepływ całkowity powietrza rozcieńczającego otrzymuje się masę całkowitą tła cząstek stałych ($m_{PMbkgnd}$ [g]). Po odjęciu masy całkowitej tła od masy całkowitej otrzymuje się masę cząstek stałych skorygowaną o tło m_{PMcor} [g] [równanie (7-125)]:

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7\text{-}125)$$

gdzie:

$m_{PMuncor}$ = nieskorygowana masa cząstek stałych [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$ = średnie stężenie cząstek stałych w powietrzu rozcieńczającym [g/mol]

n_{airdil} = przepływ molowy powietrza rozcieńczającego [mol]

3.8. Praca w cyklu i emisje jednostkowe

3.8.1. Emisje gazowe

3.8.1.1. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Należy odnieść się do pkt 3.5.1 i 3.6.1 dla, odpowiednio, nierozcieńczonych i rozcieńczonych gazów spalinowych. Otrzymane wartości mocy P_i [kW] całkuje się po przedziale czasowym badania. Pracę całkowitą W_{act} [kWh] oblicza się za pomocą równania (7-126):

▼M2

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \quad (7\text{-}126)$$

▼B

gdzie:

P_i = chwilowa moc silnika [kW]

n_i = chwilowa prędkość obrotowa silnika [obr./min]

T_i = chwilowy moment obrotowy silnika [N·m]

▼B

W_{act} = rzeczywista praca w cyklu [kWh]

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

▼M2

Δt_i = okres pomiaru [s]

▼B

Jeżeli urządzenia pomocnicze zamontowano zgodnie z załącznikiem VI dodatek 2, nie należy wprowadzać dostosowań do chwilowego momentu obrotowego silnika w równaniu (7-126). Zgodnie z pkt 6.3.2 lub 6.3.3 załącznika VI do niniejszego rozporządzenia w przypadku niezamontowania niezbędnych urządzeń pomocniczych, które należało zamontować na potrzeby badania, lub jeżeli urządzenia pomocnicze, które należało usunąć na potrzeby badania, są zamontowane, wartość T_i zastosowaną w równaniu (7-126) należy dostosować za pomocą równania (7-127):

$$T_i = T_{i,meas} + T_{i,AUX} \quad (7\text{-}127)$$

▼M2

gdzie:

$T_{i,meas}$ to zmierzona wartość chwilowego momentu obrotowego silnika

$T_{i,AUX}$ to odpowiednia wartość momentu obrotowego wymagana do sterowania urządzeniami pomocniczymi określona zgodnie z pkt 7.7.2.3 lit. b) załącznika VI.

▼B

Emisje jednostkowe e_{gas} [g/kWh] oblicza się w następujący sposób, w zależności od rodzaju cyklu badania.

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \quad (7\text{-}128)$$

gdzie:

m_{gas} = masa całkowita emisji [g/badanie]

W_{act} = praca w cyklu [kWh].

W przypadku NRTC w odniesieniu do emisji gazowych innych niż CO_2 końcowym wynikiem badania e_{gas} [g/kWh] jest średnia ważona z wyników badania w cyklu zimnego rozruchu i badania w cyklu gorącego rozruchu obliczona za pomocą równania (7-129):

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m_{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{actcold}) + (0{,}9 \cdot W_{acthot})} \quad (7\text{-}129)$$

gdzie:

m_{cold} oznacza masowe emisje gazowe podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu [g]

$W_{act,\ cold}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu [kWh]

m_{hot} oznacza masowe emisje gazowe podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [g]

$W_{act,\ hot}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [kWh]

W przypadku NRTC w odniesieniu do CO_2 końcowy wynik badania e_{CO2} [g/kWh] oblicza się z wyników badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu za pomocą równania (7-130):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}130)$$

gdzie:

$m_{CO2,\ hot}$ oznacza masowe emisje CO_2 podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [g]

$W_{act,\ hot}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [kWh]

▼B

3.8.1.2. Badania NRSC z fazami dyskretnymi

Emisje jednostkowe e_{gas} [g/kWh] oblicza się za pomocą równania (7-131):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{gasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}131)$$

gdzie:

$\dot{m}_{gas,i}$ = średnie masowe natężenie przepływu emisji dla fazy i [g/h]

▼M2

P_i = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

3.8.2. Emisja cząstek stałych

3.8.2.1. Cykle badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badania RMC

Emisje jednostkowe cząstek stałych oblicza się przez przekształcenie równania (7-128) w równanie (7-132), gdzie w miejsce e_{gas} [g/kWh] i m_{gas} [g/badanie] podstawia się, odpowiednio, e_{PM} [g/kWh] i m_{PM} [g/badanie]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}132)$$

gdzie:

m_{PM} = masa całkowita emisji cząstek stałych obliczona zgodnie z pkt 3.7.1 [g/badanie]

W_{act} = praca w cyklu [kWh].

Emisje dla złożonego cyklu w warunkach zmiennych (tj. badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu i badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu) oblicza się zgodnie z pkt 3.8.1.1.

3.8.2.2. Badania NRSC z fazami dyskretnymi

Emisję jednostkową cząstek stałych e_{PM} [g/kWh] oblicza się w następujący sposób:

3.8.2.2.1. Dla metody jednofiltrowej za pomocą równania (7-133):

▼M2

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}133)$$

▼B

gdzie:

▼M2

P_i = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$\dot{m}_{PM}$ = masowe natężenie przepływu cząstek stałych [g/h]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

3.8.2.2.2. Dla metody wielofiltrowej za pomocą równania (7-134):

▼M2

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{PMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}134)$$

▼B

gdzie:

▼M2

P_i = moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WF_i = współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$\dot{m}_{PMi}$ = masowe natężenie przepływu cząstek stałych dla fazy i [g/h]

▼M2

N_{mode} = liczba faz mającego zastosowanie badania NRSC z fazami dyskretnymi.

▼B

Dla metody jednofiltrowej efektywny współczynnik wagowy WF_{effi}, dla każdej z faz oblicza się za pomocą równania (7-135):

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpldexhi} \cdot \dot{m}_{eqdexhwet}}{m_{smpldex} \cdot \dot{m}_{eqdexhweti}} \quad (7\text{-}135)$$

gdzie:

$m_{smpldexhi}$ = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry filtry do pobierania próbek cząstek stałych w fazie i [kg]

$m_{smpldexh}$ = masa próbki rozcieńczonych gazów spalinowych przechodzących przez filtry filtry do pobierania próbek cząstek stałych [kg]

$\dot{m}_{eqdexhweti}$ = równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych dla fazy i [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}$ = średnie równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych gazów spalinowych [kg/s]

Wartość efektywnego współczynnika wagowego musi się mieścić w zakresie 0,005 (wartość bezwzględna) dla współczynników wagowych podanych w dodatku 1 do załącznika XVII.

3.8.3. Dostosowanie ze względu na nieczęsto (okresowo) regenerowane układy ograniczania emisji

W przypadku silników innych niż te należące do kategorii RLL, wyposażonych w układy wtórnej obróbki spalin z nieczęstą (okresową) regeneracją (zob. załącznik VI pkt 6.6.2), emisje jednostkowe zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych obliczone zgodnie z pkt 3.8.1 i 3.8.2 należy skorygować przy użyciu odpowiedniego mnożnikowego współczynnika dostosowania albo odpowiedniego addytywnego współczynnika dostosowania. Jeżeli podczas badania nie wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w górę ($k_{ru,m}$ lub $k_{ru,a}$). Jeżeli podczas badania wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w dół ($k_{rd,m}$ lub $k_{rd,a}$). Jeżeli w przypadku badań NRSC współczynniki dostosowania zostały określone dla każdej fazy, stosuje się je dla każdej fazy podczas obliczania ważonego wyniku emisji.

3.8.4. Dostosowanie z użyciem współczynnika pogorszenia jakości

Emisje jednostkowe zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych obliczone zgodnie z pkt 3.8.1 i 3.8.2, w stosownych przypadkach z uwzględnieniem współczynnika dostosowania regeneracji nieczęstej zgodnie z pkt 3.8.3, także należy skorygować przy użyciu mnożnikowego lub addytywnego współczynnika pogorszenia jakości określonego na podstawie wymogów zawartych w załączniku III.

3.9. Wzorcowanie przepływomierzy rozcieńczonych spalin (CVS) i powiązane obliczenia

W niniejszej sekcji opisano obliczenia służące do wzorcowania poszczególnych przepływomierzy. W pkt 3.9.1 opisano najpierw, jak przekształcić dane wyjściowe z przepływomierza odniesienia,

▼B

aby wykorzystać je w równaniach wzorcowania, które opierają się na stężeniu molowym. W pozostałych punktach opisano obliczenia wzorcowania, które dotyczą poszczególnych rodzajów przepływomierzy.

3.9.1. Przekształcenia dotyczące przepływomierza odniesienia

Równania wzorcowania w niniejszej sekcji wykorzystują molowe natężenie przepływu, $\dot{n}_{ref}$, jako wielkość odniesienia. Jeżeli przyjęty przepływomierz odniesienia wskazuje natężenie przepływu w postaci innej wielkości, np. standardowego natężenia objętościowego, $\dot{V}_{stdref}$, rzeczywistego natężenia objętościowego, $\dot{V}_{actdref}$, lub masowego natężenia, $\dot{m}_{ref}$, wskazania miernika odniesienia należy przekształcić na molowe natężenie przepływu za pomocą równań (7-136), (7-137) i (7-138), uwzględniając, że chociaż wartości natężenia objętościowego, natężenia masowego, ciśnienia, temperatury i masy molowej mogą się zmieniać w czasie badania emisji, to należy je utrzymywać na możliwie stałym poziomie dla każdego punktu ustalonego podczas wzorcowania przepływomierza:

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7\text{-}136)$$

gdzie:

$\dot{n}_{ref}$ = molowe natężenie przepływu odniesienia [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = objętościowe natężenie przepływu odniesienia skorygowane do wartości normalnych ciśnienia i temperatura normalna [m^3/s]

$\dot{V}_{actref}$ = objętościowe natężenie przepływu odniesienia dla rzeczywistych wartości ciśnienia i temperatury [m^3/s]

$\dot{m}_{ref}$ = masowy przepływ odniesienia [g/s]

p_{std} = ciśnienie normalne [Pa]

p_{act} = rzeczywiste ciśnienie gazu [Pa]

T_{std} = temperatura normalna [K]

T_{act} = rzeczywista temperatura gazu [K]

R = stała molowa gazu [J/(mol · K)]

M_{mix} = masa molowa gazu [g/mol].

3.9.2. Obliczenia wzorcowania pompy wyporowej (PDP)

Dla każdego położenia zaworu dławiącego oblicza się następujące wartości z wartości średnich wyznaczonych w pkt 8.1.8.4 załącznika VI w następujący sposób:

a) objętość przepompowywana na jeden obrót, V_{rev} (m^3/obr.):

$$V_{rev} = \frac{\overline{\dot{n}_{ref}} \cdot R \cdot \overline{T}_{in}}{\overline{P}_{in} \cdot \overline{f}_{nPDP}} \quad (7\text{-}137)$$

gdzie:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = wartość średnia molowego natężenia przepływu odniesienia [mol/s]

R = stała molowa gazu [J/(mol · K)]

$\overline{T}_{in}$ = średnia temperatura na wlocie [K]

$\overline{P}_{in}$ = średnie ciśnienie na wlocie [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = średnia prędkość obrotowa [obr./s];

b) współczynnik korekcji poślizgu PDP, K_s [s/obr.]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}}} \quad (7\text{-}138)$$

gdzie:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = średnie molowe natężenie przepływu odniesienia [mol/s]

▼B

$\overline{T}_{in}$ = średnia temperatura na wlocie [K]

$\overline{P}_{in}$ = średnie ciśnienie na wlocie [Pa]

$\overline{P}_{out}$ = średnie ciśnienie na wylocie [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = średnia prędkość obrotowa PDP [obr./s]

R = stała molowa gazu [J/(mol · K)]

c) przeprowadza się regresję metodą najmniejszych kwadratów w odniesieniu do objętości PDP przepompowywanej na jeden obrót, V_{rev}, w zależności od współczynnika korekcji poślizgu PDP, K_s, poprzez obliczenie nachylenia a_1 i punktu przecięcia a_0, jak opisano w dodatku 4;

d) procedurę, o której mowa w lit. a)–c) niniejszego punktu, powtarza się dla każdej prędkości pracy PDP;

e) w tabeli 7.4 przedstawiono te obliczenia dla różnych wartości $\overline{f}_{nPDP}$:

Tabela 7.4

Przykłady danych do wzorcowania PDP

$\overline{f}_{nPDP}$ [obr./min]	$\overline{f}_{nPDP}$ [obr./s]	$a1$ [m3/min]	$a1$ [m3/s]	$a0$ [m3/obr.]
755,0	12,58	50,43	0,8405	0 056
987,6	16,46	49,86	0 831	-0 013
1254,5	20,9	48,54	0 809	0 028
1401,3	23 355	47,30	0,7883	-0 061

f) dla każdej prędkości pracy PDP wykorzystuje się odpowiednie nachylenie a_1 i punkt przecięcia a_0 do obliczenia natężenia przepływu podczas badań emisji, jak opisano w pkt 3.6.3 lit. b).

3.9.3. Równania rządzące i dopuszczalne założenia dla zwężki Venturiego

W niniejszej sekcji opisano równania rządzące i dopuszczalne założenia służące do wzorcowania zwężki Venturiego i obliczania przepływu przy pomocy zwężki Venturiego. Ponieważ zarówno zwężka Venturiego o przepływie poddźwiękowym (SSV), jak i zwężka Venturiego o przepływie krytycznym (CFV) działają w podobny sposób, ich równania rządzące są prawie takie same, oprócz równania opisującego ich stosunek ciśnień, r (tj. r_{SSV} do r_{CFV}). Niniejsze równania rządzące zakładają jednowymiarowy, izentropowy, nielepki, ściśliwy przepływ gazu doskonałego. W pkt 3.9.3 lit. d) opisano inne założenia, jakie można poczynić. Jeżeli niedozwolone jest założenie gazu doskonałego dla zmierzonego przepływu, równania rządzące uwzględniają korekcję pierwszego rzędu ze względu na zachowanie gazu rzeczywistego, mianowicie współczynnik ściśliwości Z. Jeżeli właściwa ocena techniczna wskazuje, że należy użyć wartości innej niż $Z = 1$, można zastosować odpowiednie równanie stanu w celu wyznaczenia wartości Z jako funkcji zmierzonych wartości ciśnienia i temperatury lub też opracować szczególne równania wzorcowania w oparciu o właściwą ocenę techniczną. Należy zauważyć, że równanie na współczynnik przepływu, C_f, opiera się na założeniu gazu doskonałego, mianowicie że wykładnik izentropowy, γ, jest równy stosunkowi ciepeł właściwych, c_p/c_V. Jeżeli właściwa ocena techniczna wskazuje, że należy użyć izentropowego wykładnika gazu rzeczywistego, można zastosować odpowiednie równanie stanu w celu wyznaczenia wartości y jako funkcji zmierzonych wartości ciśnienia i temperatury lub też opracować szczególne równania wzorcowania. Molowe natężenie przepływu gazów spalinowych $\dot{n}$[mol/s] oblicza się za pomocą równania (7-139):

▼B

$$\dot{n} = C_{d} \cdot C_{f} \cdot \frac{A_{t} \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}139)$$

gdzie:

C_d = współczynnik wypływu wyznaczony w pkt 3.9.3 lit. a) [-]

C_f = współczynnik przepływu wyznaczony w pkt 3.9.3 lit. b) [-]

A_t = powierzchnia przekroju poprzecznego gardzieli zwężki Venturiego [m^2]

p_{in} = statyczne ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki Venturiego [Pa]

Z = współczynnik ściśliwości [-]

M_{mix} = masa molowa mieszaniny gazowej [kg/mol]

R = stała molowa gazu [J/(mol · K)]

T_{in} = temperatura bezwzględna na wlocie zwężki Venturiego [K].

a) Przy użyciu danych zebranych w pkt 8.1.8.4 załącznika VI C_d oblicza się za pomocą równania (7-140):

▼M2

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \quad (7\text{-}140)$$

▼B

gdzie:

$\dot{n}_{ref}$ = molowe natężenie przepływu odniesienia [mol/s]

Pozostałe symbole jak w równaniu (7-139).

b) C_f wyznacza się przy użyciu jednej z następujących metod:

(i) tylko w przypadku przepływomierzy CFV C_{fCFV} wyznacza się z tabeli 7.5 na podstawie wartości dla β (stosunku gardzieli zwężki Venturiego do średnic wlotowych) i γ (stosunku ciepeł właściwych mieszaniny gazowej), wykorzystując interpolację liniową do wyznaczenia wartości pośrednich:

Tabela 7.5

C_{fCFV} w zależności od β i γ dla przepływomierzy CFV

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1,385	γ_{dexh} =γ_{air} = 1,399
0 000	0,6822	0,6846
0 400	0,6857	0,6881
0 500	0,6910	0,6934
0 550	0,6953	0,6977
0 600	0,7011	0,7036
0 625	0,7047	0,7072
0 650	0,7089	0,7114
0 675	0,7137	0,7163
0 700	0,7193	0,7219
0 720	0,7245	0,7271

▼B

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1,385	γ_{dexh} =γ_{air} = 1,399
0 740	0,7303	0,7329
0 760	0,7368	0,7395
0 770	0,7404	0,7431
0 780	0,7442	0,7470
0 790	0,7483	0,7511
0 800	0,7527	0,7555
0 810	0,7573	0,7602
0 820	0,7624	0,7652
0 830	0,7677	0,7707
0 840	0,7735	0,7765
0 850	0,7798	0,7828

(ii) dla przepływomierza CFV lub SSV można wykorzystać równanie (7-141) do obliczenia C_f:

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (7\text{-}141)$$

gdzie:

γ = wykładnik izentropowy [-]. W przypadku gazu doskonałego jest to stosunek ciepeł właściwych mieszaniny gazów, c_p/c_V

r = stosunek ciśnień wyznaczony w lit. c) ppkt 3 niniejszego punktu

β = stosunek średnicy gardzieli zwężki do średnicy wlotu.

c) stosunek ciśnień r oblicza się w następujący sposób:

(i) w przypadku układów SSV r_{SSV} oblicza się za pomocą równania (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7\text{-}142)$$

gdzie:

Δp_{SSV} = różnica ciśnień statycznych; ciśnienie na wlocie zwężki pomniejszone o ciśnienie w gardzieli zwężki [Pa];

(ii) wyłącznie dla układów CFV r_{CFV} oblicza się iteracyjnie za pomocą równania (7-143):

$$r_{CFV}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} + \left(\frac{\gamma - 1}{2}\right) \cdot \beta^4 \cdot r_{CFV}^{\frac{2}{\gamma}} = \frac{\gamma + 1}{2} \quad (7\text{-}143)$$

d) można poczynić następujące założenia upraszczające do równań rządzących lub też opracować bardziej odpowiednie wartości do badań w oparciu o właściwą ocenę techniczną:

(i) w przypadku badania emisji w pełnych zakresach nierozcieńczonych gazów spalinowych, rozcieńczonych gazów spalinowych i powietrza rozcieńczającego można założyć, że mieszanina gazów zachowuje się jak gaz doskonały: Z = 1;

▼B

(ii) w przypadku pełnego zakresu nierozcieńczonych gazów spalinowych można założyć stały stosunek ciepeł właściwych wynoszący $\gamma = 1{,}385$;

(iii) w przypadku pełnego zakresu rozcieńczonych gazów spalinowych i powietrza (np. powietrza wzorcowego lub powietrza rozcieńczającego) można założyć stały stosunek ciepeł właściwych wynoszący $\gamma = 1{,}399$;

(iv) w przypadku pełnego zakresu rozcieńczonych gazów spalinowych i powietrza masę molową mieszaniny M_{mix} [g/mol] można uznać za funkcję jedynie ilości wody w powietrzu rozcieńczającym lub powietrzu wzorcowym, x_{H2O}, wyznaczonej zgodnie z pkt 3.3.2 i oblicza się ją za pomocą równania (7-144):

$$M_{mix}=M_{air}\cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O}\cdot (x_{H2O}) \qquad (7\text{-}144)$$

gdzie:

M_{air} = 28,96559 g/mol

M_{H2O} = 18,01528 g/mol

x_{H2O} = ilość wody w powietrzu rozcieńczającym lub wzorcowym [mol/mol];

(v) w przypadku pełnego zakresu rozcieńczonych gazów spalinowych i powietrza można przyjąć stałą masę molową mieszaniny, M_{mix}, dla wszystkich wzorcowań i wszystkich badań, o ile przyjęta masa molowa nie różni się o więcej niż ± 1 % od oszacowanej minimalnej i maksymalnej masy molowej podczas wzorcowania i badań. Takie założenie można przyjąć przy zapewnieniu wystarczającej kontroli ilości wody w powietrzu wzorcowym i w powietrzu rozcieńczającym lub przy usunięciu wystarczającej ilości wody zarówno z powietrza wzorcowego, jak i powietrza rozcieńczającego. W tabeli 7.6 podano przykłady dopuszczalnych zakresów-punktu rosy powietrza rozcieńczającego w zależności od punktu rosy powietrza wzorcowego:

Tabela 7.6

Przykłady punktów rosy dla powietrza rozcieńczającego i powietrza wzorcowego, dla których można przyjąć stałą wartość M_{mix}

Jeżeli wzorcowy punkt rosy T_{dew} (°C) wynosi …	przyjmuje się następującą wartość stałą M_{mix} (g/mol)	dla następujących zakresów T_{dew} (°C) podczas badań emisji ()
stan suchy	28,96559	od stanu suchego do 18
0	28,89263	od stanu suchego do 21
5	28,86148	od stanu suchego do 22
10	28,81911	od stanu suchego do 24
15	28,76224	od stanu suchego do 26
20	28,68685	od – 8 do 28
25	28,58806	od 12 do 31
30	28,46005	od 23 do 34

([a]) Zakres ważny dla wszystkich wzorcowań i badań emisji w zakresie ciśnienia atmosferycznego (od 80,000 do 103,325) kPa.

▼B

3.9.4. Wzorcowanie SSV

a) Podejście oparte na liczbie moli. Aby wywzorcować przepływomierz SSV, wykonuje się następujące czynności:

(i) liczbę Reynoldsa, $Re^{\#}$, dla każdego molowego natężenia przepływu odniesienia oblicza się przy użyciu średnicy gardzieli zwężki Venturiego, d_t [równanie (7-145)]. Ponieważ do obliczenia $Re^{\#}$ konieczna jest lepkość dynamiczna μ, można użyć modelu lepkości właściwej, aby wyznaczyć μ dla gazu wzorcowego (z reguły powietrza), opierając się na właściwej ocenie technicznej [równanie (7-146)]. Alternatywnie do przybliżenia μ można zastosować model lepkości Sutherlanda z trzema współczynnikami (zob. tabela 7.7):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{\text{mix}} \cdot \dot{n}_{\text{ref}}}{\pi \cdot d_t \cdot \mu} \qquad (7\text{-}145)$$

gdzie:

d_t = średnica gardzieli SSV [m]

M_{mix} = masa molowa mieszaniny [kg/mol]

$\dot{n}_{\text{ref}}$ = molowe natężenie przepływu odniesienia [mol/s]

oraz przy użyciu modelu lepkości Sutherlanda z trzema współczynnikami:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{in}}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0 + S}{T_{in} + S}\right) \qquad (7\text{-}146)$$

gdzie:

μ = lepkość dynamiczna gazu wzorcowego [kg/(m·s)]

μ_0 = lepkość odniesienia Sutherlanda [kg/(m·s)]

S = stała Sutherlanda [K]

T_0 = temperatura odniesienia Sutherlanda [K]

T_{in} = temperatura bezwzględna na wlocie zwężki Venturiego [K].

Tabela 7.7

Parametry modelu lepkości Sutherlanda z trzema współczynnikami

Gaz [a]	μ_0	T_0	S	Zakres temperatury w granicach błędu ± 2 %	Ciśnienie graniczne
	kg /(m · s)	K	K	K	kPa
Powietrze	$1{,}716 \times 10^{-5}$	273	111	od 170 do 1900	≤ 1 800
CO_2	$1{,}370 \times 10^{-5}$	273	222	od 190 do 1700	≤ 3 600
H_2O	$1{,}12 \times 10^{-5}$	350	1 064	od 360 do 1500	≤ 10 000
O_2	$1{,}919 \times 10^{-5}$	273	139	od 190 do 2000	≤ 2 500
N_2	$1{,}663 \times 10^{-5}$	273	107	od 100 do 1500	≤ 1 600

[a] Do wymienionych gazów czystych stosuje się tylko parametry stabelaryzowane. Nie łączy się parametrów do obliczania lepkości mieszanin gazów.

▼B

(ii) tworzy się równanie na C_d w zależności od $Re^{\#}$ przy zastosowaniu sparowanych wartości ($Re^{\#}$, C_d). C_d oblicza się zgodnie z równaniem (7-140), przy C_f uzyskanym z równania (7-141), lub stosuje się dowolne wyrażenie matematyczne, w tym wielomian lub szereg potęgowy. Równanie (7-147) to typowy przykład powszechnie stosowanego wyrażenia matematycznego dla zależności C_d i $Re^{\#}$;

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7\text{-}147)$$

(iii) wykonuje się analizę regresji metodą najmniejszych kwadratów, aby wyznaczyć najlepiej pasujące współczynniki do równania i obliczyć statystyki regresji równania, standardowy błąd szacunku *SEE* i współczynnik determinacji r^2 zgodnie z dodatkiem 3;

(iv) jeżeli równanie spełnia kryteria *SEE* < 0,5 % $n_{ref\ max}$ (lub $\dot{m}_{refmax}$) oraz $r^2 \geq 0{,}995$, równanie to można wykorzystać do wyznaczenia C_d do badań emisji, jak opisano w pkt 3.6.3 lit. b);

(v) jeżeli kryteria dotyczące *SEE* i r^2 nie są spełnione, można zastosować właściwą ocenę techniczną, aby pominąć punkty danych wzorcowania w celu spełnienia statystyk regresji. W celu spełnienia kryteriów stosuje się co najmniej siedem punktów danych wzorcowania;

(vi) jeżeli pominięcie punktów nie rozwiązuje wartości oddalonych, należy podjąć działania naprawcze. Na przykład można wybrać inne wyrażenie matematyczne do C_d w zależności od $Re^{\#}$, sprawdzić szczelność lub powtórzyć proces wzorcowania. Jeżeli proces będzie powtarzany, do pomiarów stosuje się surowsze tolerancje i pozostawia więcej czasu na ustabilizowanie się przepływów;

(vii) po uzyskaniu zgodności równania z kryteriami regresji równanie to można stosować tylko do wyznaczania natężeń przepływu, które mieszczą się w zakresie natężeń przepływu odniesienia stosowanych do spełnienia kryteriów regresji równania na C_d w zależności od $Re^{\#}$.

▼M2

3.9.5. Wzorcowanie CFV

Niektóre przepływomierze CFV składają się z pojedynczej zwężki Venturiego, a inne z wielu zwężek, gdzie różne kombinacje zwężek Venturiego stosowane są do pomiaru różnych natężeń przepływu. W przypadku przepływomierzy CFV składających się z kilku zwężek Venturiego można wykonać wzorcowanie każdej zwężki niezależnie w celu wyznaczenia oddzielnego współczynnika wypływu C_d dla każdej zwężki albo wykonać wzorcowanie każdej kombinacji zwężek jako jednej zwężki. W przypadku wzorcowania kombinacji zwężek Venturiego suma aktywnej powierzchni gardzieli zwężek jest wykorzystywana jako A_t, pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów średnic aktywnych gardzieli zwężek jako d_t, a stosunek średnicy gardzieli zwężki do średnicy wlotu jest stosunkiem pierwiastka kwadratowego z sumy średnic aktywnych gardzieli zwężek(d_t) do średnicy wspólnego wejścia do wszystkich zwężek Venturiego (D). Aby wyznaczyć C_d dla pojedynczej zwężki Venturiego lub pojedynczej kombinacji zwężek Venturiego, wykonuje się następujące czynności:

▼M2

a) w oparciu o dane zgromadzone dla każdego ustalonego punktu wzorcowego oblicza się indywidualne wartości C_d dla każdego punktu przy użyciu równania (7-140);

b) oblicza się średnią i odchylenie standardowe wszystkich wartości C_d zgodnie z równaniami (7-155) i (7-156);

c) jeżeli odchylenie standardowe wszystkich wartości C_d jest mniejsze lub równe 0,3 % średniej wartości C_d, w równaniu (7-120) wykorzystuje się średnią C_d, a CFV stosuje się tylko w zakresie do najmniejszego r zmierzonego podczas wzorcowania;

$$r = 1 - (\Delta p/p_{in}) \quad (7\text{-}148)$$

d) jeżeli odchylenie standardowe wszystkich wartości C_d przekracza 0,3 % średniej C_d, wartości C_d odpowiadające punktowi danych dla najmniejszego r zmierzonego podczas wzorcowania należy pominąć;

e) jeżeli liczba pozostałych punktów danych wynosi mniej niż siedem, to podejmuje się działania naprawcze polegające na sprawdzeniu danych wzorcowych lub powtórzeniu procesu wzorcowania. Jeżeli proces wzorcowania jest powtarzany, zaleca się sprawdzenie szczelności, stosowanie surowszych tolerancji do pomiarów oraz pozostawienie więcej czasu na ustabilizowanie się przepływów;

f) jeżeli liczba pozostałych wartości C_d wynosi co najmniej siedem, oblicza się średnią i odchylenie standardowe dla pozostałych wartości C_d;

g) jeżeli odchylenie standardowe pozostałych wartości C_d jest mniejsze lub równe 0,3 % średniej z pozostałych wartości C_d, taką średnią C_d wykorzystuje się w równaniu (7-120) i wartości CFV stosuje się tylko w zakresie do najmniejszego r powiązanego z pozostałymi wartościami C_d;

h) jeżeli odchylenie standardowe pozostałych wartości C_d nadal przekracza 0,3 % średniej z pozostałych wartości C_d, powtarza się czynności określone w lit. d)–g).

▼B

Dodatek 1

Korekcja ze względu na pełzanie

1. **Zakres i częstotliwość**

Obliczenia z niniejszym dodatku wykonuje się w celu określenia, czy błąd pełzania analizatora gazowego unieważnia wyniki z danego przedziału czasowego badania. Jeżeli błąd pełzania nie unieważnia wyników z danego przedziału czasowego badania, odpowiedzi analizatora gazowego dla danego przedziału czasowego badania koryguje się pod względem pełzania zgodnie z niniejszym dodatkiem. Odpowiedzi analizatora gazowego skorygowane pod względem pełzania wykorzystuje się do wszystkich dalszych obliczeń emisji. Dopuszczalny próg pełzania analizatora gazowego w danym przedziale czasowym badania został określony w pkt 8.2.2.2 załącznika VI.

2. **Zasady korekcji**

W obliczeniach w niniejszym dodatku wykorzystuje się odpowiedzi analizatora gazowego na stężenia odniesienia –stężenia zerowe i stężenia do ustawiania zakresu pomiarowego gazów analitycznych, oznaczone przed przedziałem czasowym badania i po takim przedziale. Obliczenia wykorzystuje się do korekcji odpowiedzi analizatora gazowego zarejestrowanych podczas przedziału czasowego badania. Korekcja opiera się na średnich odpowiedziach analizatora na gazy odniesienia – gazy zerowe i gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego oraz na stężeniach odniesienia samych gazów zerowych i gazów do ustawiania zakresu pomiarowego. Walidację i korekcję ze względu na pełzanie wykonuje się w następujący sposób:

3. **Walidacja pełzania**

Po zastosowaniu wszystkich pozostałych poprawek do wszystkich sygnałów analizatora gazowego, poza korekcją pełzania, oblicza się emisje jednostkowe zgodnie z pkt 3.8. Następnie wszystkie sygnały z analizatora gazowego koryguje się pod względem pełzania zgodnie z niniejszym dodatkiem. Następnie dokonuje się ponownego obliczenia emisji jednostkowych przy użyciu wszystkich sygnałów z analizatora gazowego skorygowanych pod względem pełzania. Wyniki dla emisji jednostkowych poddaje się walidacji i odnotowuje ich wartości przed korekcją pełzania i po korekcji pełzania zgodnie z pkt 8.2.2.2 załącznika VI.

4. **Korekcja ze względu na pełzanie**

Wszystkie sygnały z analizatora gazowego koryguje się w następujący sposób:

a) Każde odnotowane stężenie, *xi*, należy skorygować ze względu na ciągłe lub okresowe pobieranie próbek, $\overline{x}$.

b) Korekcję ze względu na pełzanie oblicza się za pomocą równania (7-149):

$$x_{i\text{driftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}149)$$

gdzie:

$x_{i\text{driftcor}}$ = stężenie skorygowane ze względu na pełzanie [μmol/mol]

x_{refzero} = stężenie odniesienia gazu zerowego, które zwykle wynosi zero, o ile nie podano inaczej [μmol/mol]

x_{refspan} = stężenie odniesienia gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego [μmol/mol]

x_{prespan} = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego odnotowana przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania [μmol/mol]

x_{postspan} = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu wzorcowego do ustawiania zakresu pomiarowego odnotowana po zakończeniu przedziału czasowego badania [μmol/mol]

x_i lub $\overline{x}$ = stężenie zarejestrowane, tj. zmierzone, podczas badania przed zastosowaniem korekcji ze względu na pełzanie [μmol/mol]

▼B

$x_{prezero}$ = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu zerowego odnotowana przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania [μmol/mol]

$x_{postzero}$ = odpowiedź analizatora gazowego na stężenie gazu zerowego odnotowana po zakończeniu przedziału czasowego badania [μmol/mol]

c) w odniesieniu do wszelkich stężeń przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania wykorzystuje się ostatnie stężenia oznaczone przed danym przedziałem czasowym badania. W przypadku niektórych przedziałów czasowych pomiar ostatnich stężeń gazu zerowego lub gazu do ustawiania zakresu pomiarowego mógł nastąpić przed jednym wcześniejszym przedziałem czasowym badania lub przed większą ich liczbą;

d) w odniesieniu do wszelkich stężeń po zakończeniu przedziału czasowego badania wykorzystuje się stężenia oznaczone jak najwcześniej po zakończeniu przedziału czasowego badania. W przypadku niektórych przedziałów czasowych takie najwcześniejsze pomiary stężeń gazu zerowego lub gazu do ustawiania zakresu pomiarowego mogą nastąpić po jednym kolejnym przedziale czasowym badania lub po większej ich liczbie;

e) Jeżeli nie zarejestrowano odpowiedzi analizatora na stężenie gazu wzorcowego przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania ($x_{prezero}$), taką wartość $x_{prezero}$ przyjmuje się za równą stężeniu odniesienia gazu do ustawiania zakresu pomiarowego: $x_{prespan} = x_{refspan}$;

f) Jeżeli nie zarejestrowano odpowiedzi analizatora na stężenie gazu zerowego przed rozpoczęciem przedziału czasowego badania ($x_{prezero}$), taką wartość $x_{prezero}$ przyjmuje się za równą stężeniu odniesienia gazu zerowego: $x_{prezero} = x_{refzero}$;

g) z reguły stężenie odniesienia gazu zerowego, $x_{refzero}$, wynosi zero: $x_{refzero} = 0$ μmol/mol. W niektórych przypadkach może być jednak wiadomo, że $x_{refzero}$ ma stężenie różne od zera. Na przykład jeżeli analizator CO_2 jest zerowany przy użyciu powietrza atmosferycznego, można zastosować domyślne stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym wynoszące 375 μmol/mol. W tym przypadku, $x_{refzero} = 375$ μmol/mol. Jeżeli analizator zeruje się przy użyciu $x_{refzero}$, różnego od zera, analizator ustawia się tak, aby wskazywał rzeczywiste stężenie $x_{refzero}$. Na przykład jeżeli $x_{refzero} = 375$ μmol/mol, analizator ustawia się, aby wskazywał wartość 375 μmol/mol, kiedy przez analizator przepływa gaz zerowy.

▼B

Dodatek 2

Sprawdzenie przepływu węgla

1. **Wprowadzenie**

Tylko niewielka część węgla w gazach spalinowych pochodzi z paliwa, z czego minimalna część pojawia się w gazach spalinowych jako CO_2. Stanowi to podstawę kontroli układu w oparciu o pomiar CO_2. W przypadku silników o zapłonie iskrowym bez kontroli stosunku powietrza nadmiarowego λ lub silników o zapłonie iskrowym pracujących poza zakresem $0,97 \leq \lambda \leq 1,03$ procedura musi dodatkowo obejmować pomiar HC i CO.

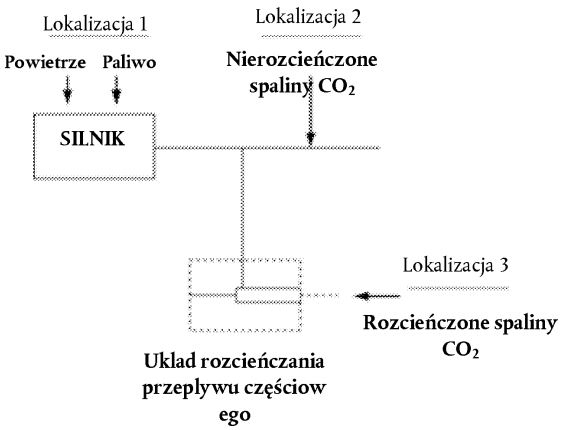
Przepływ węgla w układach pomiaru gazów spalinowych oznaczany jest na podstawie natężenia przepływu paliwa. Przepływ węgla w różnych punktach układu pobierania próbek emisji gazowych i stałych oznacza się ze stężenia CO_2 (lub CO_2, HC i CO) oraz natężeń przepływu gazów w tych punktach.

Ponieważ silnik jest znanym źródłem przepływu węgla, obserwując ten przepływ w rurze wydechowej oraz na wylocie układu pobierania próbek cząstek stałych z przepływu częściowego można zweryfikować szczelność i dokładność pomiaru przepływu. Kontrola taka ma tę zaletę, że składniki pracują w rzeczywistych warunkach badania silnika pod względem temperatury i przepływu.

Rys. 7.1 pokazuje punkty pobierania próbek, w których sprawdzany ma być przepływ węgla. Równania do obliczania przepływu węgla w każdym z punktów próbkowania zamieszczono w punktach poniżej.

Rysunek 7.1

Punkty pomiarowe do kontroli przepływu węgla



2. **Natężenie przepływu węgla do silnika (lokalizacja 1)**

Masowe natężenie przepływu węgla do silnika qmCf [kg/s] dla paliwa oblicza się za pomocą równania (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12,011}{12,011 + \alpha + 15,9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \qquad (7\text{-}150)$$

gdzie:

q_{mf} = masowe natężenie przepływu paliwa [kg/s]

▼B

3. **Natężenie przepływu węgla w nierozcieńczonych gazach spalinowych (lokalizacja 2)**

3.1. Na podstawie CO_2

Masowe natężenie przepływu węgla w rurze wydechowej silnika *qm*Ce [kg/s] wyznacza się ze stężenia CO2 w spalinach nierozcieńczonych oraz z masowego natężenia przepływu gazów spalinowych za pomocą równania (7-151):

$$q_{m\mathrm{Ce}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,r}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100}\right) \cdot q_{m\mathrm{ew}} \cdot \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{e}}} \qquad (7\text{-}151)$$

gdzie:

$c_{\mathrm{CO2,r}}$ = stężenie CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

M_{e} = masa molowa gazów spalinowych [g/mol]

Jeżeli stężenie CO_2 zostało zmierzone w stanie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w stanie mokrym zgodnie z pkt 2.1.3 lub pkt 3.5.2.

3.2. Na podstawie CO_2, HC i CO

Jako rozwiązanie alternatywne dla przeprowadzania obliczenia wyłącznie na podstawie CO2 w pkt 3.1, natężenie przepływu węgla w rurze wydechowej silnika *qm*Ce [kg/s] wyznacza się ze stężenia CO2, HC i CO w spalinach nierozcieńczonych oraz z masowego natężenia przepływu gazów spalinowych za pomocą równania (7-152):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \qquad (7\text{-}152)$$

gdzie:

$c_{\mathrm{CO2,r}}$ = stężenie CO_2 w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),r}}$ = stężenie THC(C1) w nierozcieńczonych gazach spalinowych [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),a}}$ = stężenie THC(C1) w powietrzu atmosferycznym [%]

$c_{\mathrm{CO,r}}$ = stężenie CO w nierozcieńczonych gazach spalinowych w stanie mokrym [%]

$c_{\mathrm{CO,a}}$ = stężenie CO w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

M_{e} = masa molowa gazów spalinowych [g/mol]

Jeżeli stężenie CO_2 lub CO zostało zmierzone w stanie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w stanie mokrym zgodnie z pkt 2.1.3 lub pkt 3.5.2.

▼B

4. **Natężenie przepływu węgla w układzie rozcieńczania (lokalizacja 3)**

4.1. Na podstawie CO_2

W przypadku układu rozcieńczania przepływu częściowego należy również uwzględnić stosunek rozdzielenia. Natężenie przepływu węgla w równoważnym układzie rozcieńczania *qm*Cp [kg/s] (przy czym określenie równoważny oznacza, że układ jest równoważny względem układu rozcieńczania przepływu całkowitego, w którym rozcieńczany jest przepływ całkowity) oznacza się ze stężenia CO2 w rozcieńczonych gazach spalinowych, masowego natężenia przepływu spalin oraz natężenia przepływu próbki; nowe równanie (7-153) jest identyczne z równaniem (7-151), przy czym dodano jedynie współczynnik rozcieńczenia $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100}\right) \cdot q_{m\mathrm{ew}} \cdot \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{e}}} \cdot \frac{q_{m\mathrm{dew}}}{q_{m\mathrm{p}}} \qquad (7\text{-}153)$$

gdzie:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = stężenie CO_2 w stanie mokrym w rozcieńczonych gazach spalinowych na wylocie tunelu rozcieńczającego [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

$q_{m\mathrm{dew}}$ = natężenie przepływu próbki spalin rozcieńczonych w układzie rozcieńczania przepływu częściowego [kg/s]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

$q_{m\mathrm{p}}$ = natężenie przepływu próbek gazów spalinowych do układu rozcieńczania przepływu częściowego [kg/s]

M_{e} = masa molowa gazów spalinowych [g/mol]

Jeżeli stężenie CO_2 zostało zmierzone w stanie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w stanie mokrym zgodnie z pkt 2.1.3 lub pkt 3.5.2.

4.2. Na podstawie CO_2, HC i CO

W przypadku układu rozcieńczania przepływu częściowego należy również uwzględnić stosunek rozdzielenia. Jako rozwiązanie alternatywne dla przeprowadzania obliczenia wyłącznie na podstawie CO2 w pkt 4.1 natężenie przepływu węgla w równoważnym układzie rozcieńczania *qm*Cp [kg/s] (przy czym określenie równoważny oznacza, że układ jest równoważny względem układu przepływu całkowitego, w którym rozcieńczany jest przepływ całkowity) oznacza się ze stężenia CO2, HC i CO w spalinach rozcieńczonych, masowego natężenia przepływu gazów spalinowych oraz natężenia przepływu próbki; nowe równanie (7-154) jest identyczne z równaniem (7-152), przy czym dodano jedynie współczynnik rozcieńczenia $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}154)$$

gdzie:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = stężenie CO_2 w stanie mokrym w rozcieńczonych gazach spalinowych na wylocie tunelu rozcieńczającego [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = stężenie CO_2 w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),d}}$ = stężenie THC(C1) w rozcieńczonych gazach spalinowych na wylocie tunelu rozcieńczającego [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),a}}$ = stężenie THC(C1) w powietrzu atmosferycznym [%]

$c_{\mathrm{CO,d}}$ = stężenie CO w stanie mokrym w rozcieńczonych gazach spalinowych na wylocie tunelu rozcieńczającego [%]

$c_{\mathrm{CO,a}}$ = stężenie CO w powietrzu atmosferycznym, w stanie mokrym [%]

▼B

q_{mdew} = natężenie przepływu próbki spalin rozcieńczonych w układzie rozcieńczania przepływu częściowego [kg/s]

q_{mew} = masowe natężenie przepływu gazów spalinowych w stanie mokrym [kg/s]

q_{mp} = natężenie przepływu próbek gazów spalinowych do układu rozcieńczania przepływu częściowego [kg/s]

M_e = masa molowa gazów spalinowych [g/mol]

Jeżeli stężenie CO_2 lub CO zostało zmierzone w stanie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w stanie mokrym zgodnie z niniejszym załącznikiem pkt 2.1.3 lub pkt 3.5.2.

5. **Obliczanie masy molowej gazów spalinowych**

Masę molową gazów spalinowych oblicza się za pomocą równania (7-13) (zob. pkt 2.1.5.2 niniejszego załącznika).

Ewentualnie można wykorzystać poniższe masy molowe gazów spalinowych:

M_e (olej napędowy) = 28,9 g/mol

M_e (LPG) = 28,6 g/mol

M_e (gaz ziemny / biometan) = 28,3 g/mol

M_e (benzyna) = 29,0 g/mol

▼B

Dodatek 3

Dane statystyczne

1. **Średnia arytmetyczna**

Średnią arytmetyczną, $\overline{y}$, oblicza się za pomocą równania (7-155):

$$\overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i}{N} \tag{7-155}$$

2. **Odchylenie standardowe**

Odchylenie standardowe dla próbki nieobciążonej (np. *N*–1), σ, oblicza się za pomocą równania (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \overline{y})^2}{(N-1)}} \tag{7-156}$$

3. **Wartość średnia kwadratowa**

Wartość średnią kwadratową, rms_y, oblicza się za pomocą równania (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \tag{7-157}$$

4. **Test t**

Sprawdza się, czy dane przechodzą test t, za pomocą następujących równań i tabeli 7.8:

a) w przypadku niesparowanego testu *t* oblicza się wielkość *t* i liczbę jej stopni swobody *v* za pomocą równań (7-158) i (7-159):

$$t = \frac{|\overline{y}_{ref} - \overline{y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}}} \tag{7-158}$$

$$v = \frac{\left(\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}\right)^2}{\frac{(\sigma_{ref}^2/N_{ref})^2}{N_{ref}-1} + \frac{(\sigma_y^2/N)^2}{N-1}} \tag{7-159}$$

b) W przypadku sparowanego testu *t* oblicza się wielkość *t* i liczbę jej stopni swobody *v* za pomocą równania (7-160), przy czym εi to błędy (np. różnice) pomiędzy każdą parą y_{refi} i y_i:

$$t = \frac{|\overline{\varepsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\varepsilon} \qquad v = N - 1 \tag{7-160}$$

c) Stosuje się tabelę 7.8 w celu porównania t ze stabelaryzowanymi wartościami t_{crit} w zależności od liczby stopni swobody. Jeżeli wartość *t* jest mniejsza niż t_{crit}, *t* przechodzi test *t*.

Tabela 7.8

Wartości krytyczne *t* w zależności od liczby stopni swobody, *v*

v	Ufność	
	90 %	95 %
1	6 314	12 706
2	2 920	4 303
3	2 353	3 182

▼B

v	Ufność	
4	2 132	2 776
5	2 015	2 571
6	1 943	2 447
7	1 895	2 365
8	1 860	2 306
9	1 833	2 262
10	1 812	2 228
11	1 796	2 201
12	1 782	2 179
13	1 771	2 160
14	1 761	2 145
15	1 753	2 131
16	1 746	2 120
18	1 734	2 101
20	1 725	2 086
22	1 717	2 074
24	1 711	2 064
26	1 706	2 056
28	1 701	2 048
30	1 697	2 042
35	1 690	2 030
40	1 684	2 021
50	1 676	2 009
70	1 667	1 994
100	1 660	1 984
1 000+	1 645	1 960

W celu określenia wartości nieuwzględnionych powyżej stosuje się interpolację liniową.

5. **Test F**

Wielkość F oblicza się za pomocą równania (7-161):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \tag{7-161}$$

a) W przypadku testu F o poziomie ufności 90 % do celów porównania F ze stabelaryzowanymi wartościami F_{crit90} w zależności od $(N - 1)$ i $(Nref - 1)$ stosuje się tabelę 7.9. Jeżeli F jest mniejsze niż F_{crit90}, F przechodzi test F z poziomem ufności 90 %.

b) W przypadku testu F o poziomie ufności 95 % do celów porównania F ze stabelaryzowanymi wartościami F_{crit95} w zależności od $(N - 1)$ i $(Nref - 1)$ stosuje się tabelę 7.10. Jeżeli F jest mniejsze niż F_{crit95}, F przechodzi test F z poziomem ufności 95 %.

▼M2

Tabela 7-9

Wartości krytyczne, F_{crit90}, w zależności od N-1 i N_{ref-1} przy ufności 90 %

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
N_{ref}-1																			
1	39,86	49,50	53,59	55,83	57,24	58,20	58,90	59,43	59,85	60,19	60,70	61,22	61,74	62,00	62,26	62,52	62,79	63,06	63,32
2	8,526	9,000	9,162	9,243	9,293	9,326	9,349	9,367	9,381	9,392	9,408	9,425	9,441	9,450	9,458	9,466	9,475	9,483	9,491
3	5,538	5,462	5,391	5,343	5,309	5,285	5,266	5,252	5,240	5,230	5,216	5,200	5,184	5,176	5,168	5,160	5,151	5,143	5,134
4	4,545	4,325	4,191	4,107	4,051	4,010	3,979	3,955	3,936	3,920	3,896	3,870	3,844	3,831	3,817	3,804	3,790	3,775	3,761
5	4,060	3,780	3,619	3,520	3,453	3,405	3,368	3,339	3,316	3,297	3,268	3,238	3,207	3,191	3,174	3,157	3,140	3,123	3,105
6	3,776	3,463	3,289	3,181	3,108	3,055	3,014	2,983	2,958	2,937	2,905	2,871	2,836	2,818	2,800	2,781	2,762	2,742	2,722
7	3,589	3,257	3,074	2,961	2,883	2,827	2,785	2,752	2,725	2,703	2,668	2,632	2,595	2,575	2,555	2,535	2,514	2,493	2,471
8	3,458	3,113	2,924	2,806	2,726	2,668	2,624	2,589	2,561	2,538	2,502	2,464	2,425	2,404	2,383	2,361	2,339	2,316	2,293
9	3,360	3,006	2,813	2,693	2,611	2,551	2,505	2,469	2,440	2,416	2,379	2,340	2,298	2,277	2,255	2,232	2,208	2,184	2,159
10	3,285	2,924	2,728	2,605	2,522	2,461	2,414	2,377	2,347	2,323	2,284	2,244	2,201	2,178	2,155	2,132	2,107	2,082	2,055
11	3,225	2,860	2,660	2,536	2,451	2,389	2,342	2,304	2,274	2,248	2,209	2,167	2,123	2,100	2,076	2,052	2,026	2,000	1,972
12	3,177	2,807	2,606	2,480	2,394	2,331	2,283	2,245	2,214	2,188	2,147	2,105	2,060	2,036	2,011	1,986	1,960	1,932	1,904
13	3,136	2,763	2,560	2,434	2,347	2,283	2,234	2,195	2,164	2,138	2,097	2,053	2,007	1,983	1,958	1,931	1,904	1,876	1,846
14	3,102	2,726	2,522	2,395	2,307	2,243	2,193	2,154	2,122	2,095	2,054	2,010	1,962	1,938	1,912	1,885	1,857	1,828	1,797
15	3,073	2,695	2,490	2,361	2,273	2,208	2,158	2,119	2,086	2,059	2,017	1,972	1,924	1,899	1,873	1,845	1,817	1,787	1,755
16	3,048	2,668	2,462	2,333	2,244	2,178	2,128	2,088	2,055	2,028	1,985	1,940	1,891	1,866	1,839	1,811	1,782	1,751	1,718
17	3,026	2,645	2,437	2,308	2,218	2,152	2,102	2,061	2,028	2,001	1,958	1,912	1,862	1,836	1,809	1,781	1,751	1,719	1,686
18	3,007	2,624	2,416	2,286	2,196	2,130	2,079	2,038	2,005	1,977	1,933	1,887	1,837	1,810	1,783	1,754	1,723	1,691	1,657
19	2,990	2,606	2,397	2,266	2,176	2,109	2,058	2,017	1,984	1,956	1,912	1,865	1,814	1,787	1,759	1,730	1,699	1,666	1,631
20	2,975	2,589	2,380	2,249	2,158	2,091	2,040	1,999	1,965	1,937	1,892	1,845	1,794	1,767	1,738	1,708	1,677	1,643	1,607
21	2,961	2,575	2,365	2,233	2,142	2,075	2,023	1,982	1,948	1,920	1,875	1,827	1,776	1,748	1,719	1,689	1,657	1,623	1,586

▼M2

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
20	2,949	2,561	2,351	2,219	2,128	2,061	2,008	1,967	1,933	1,904	1,859	1,811	1,759	1,731	1,702	1,671	1,639	1,604	1,567
23	2,937	2,549	2,339	2,207	2,115	2,047	1,995	1,953	1,919	1,890	1,845	1,796	1,744	1,716	1,686	1,655	1,622	1,587	1,549
24	2,927	2,538	2,327	2,195	2,103	2,035	1,983	1,941	1,906	1,877	1,832	1,783	1,730	1,702	1,672	1,641	1,607	1,571	1,533
25	2,918	2,528	2,317	2,184	2,092	2,024	1,971	1,929	1,895	1,866	1,820	1,771	1,718	1,689	1,659	1,627	1,593	1,557	1,518
26	2,909	2,519	2,307	2,174	2,082	2,014	1,961	1,919	1,884	1,855	1,809	1,760	1,706	1,677	1,647	1,615	1,581	1,544	1,504
27	2,901	2,511	2,299	2,165	2,073	2,005	1,952	1,909	1,874	1,845	1,799	1,749	1,695	1,666	1,636	1,603	1,569	1,531	1,491
28	2,894	2,503	2,291	2,157	2,064	1,996	1,943	1,900	1,865	1,836	1,790	1,740	1,685	1,656	1,625	1,593	1,558	1,520	1,478
29	2,887	2,495	2,283	2,149	2,057	1,988	1,935	1,892	1,857	1,827	1,781	1,731	1,676	1,647	1,616	1,583	1,547	1,509	1,467
30	2,881	2,489	2,276	2,142	2,049	1,980	1,927	1,884	1,849	1,819	1,773	1,722	1,667	1,638	1,606	1,573	1,538	1,499	1,456
40	2,835	2,440	2,226	2,091	1,997	1,927	1,873	1,829	1,793	1,763	1,715	1,662	1,605	1,574	1,541	1,506	1,467	1,425	1,377
60	2,791	2,393	2,177	2,041	1,946	1,875	1,819	1,775	1,738	1,707	1,657	1,603	1,543	1,511	1,476	1,437	1,395	1,348	1,291
120	2,748	2,347	2,130	1,992	1,896	1,824	1,767	1,722	1,684	1,652	1,601	1,545	1,482	1,447	1,409	1,368	1,320	1,265	1,193
1000+	2,706	2,303	2,084	1,945	1,847	1,774	1,717	1,670	1,632	1,599	1,546	1,487	1,421	1,383	1,342	1,295	1,240	1,169	1,000

Tabela 7-10

Wartości krytyczne, F_{crit95}, w zależności od N-1 i N_{ref-1} przy ufności 95 %

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
N_{ref}-1																			
1	161,4	199,5	215,7	224,5	230,1	233,9	236,7	238,8	240,5	241,8	243,9	245,9	248,0	249,0	250,1	251,1	252,2	253,2	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,24	19,29	19,33	19,35	19,37	19,38	19,39	19,41	19,42	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49
3	10,12	9,552	9,277	9,117	9,014	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,745	8,703	8,660	8,639	8,617	8,594	8,572	8,549	8,526
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,912	5,858	5,803	5,774	5,746	5,717	5,688	5,658	5,628
5	6,608	5,786	5,410	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,773	4,735	4,678	4,619	4,558	4,527	4,496	4,464	4,431	4,399	4,365
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,000	3,938	3,874	3,842	3,808	3,774	3,740	3,705	3,669

▼M2

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,575	3,511	3,445	3,411	3,376	3,340	3,304	3,267	3,230
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,688	3,581	3,501	3,438	3,388	3,347	3,284	3,218	3,150	3,115	3,079	3,043	3,005	2,967	2,928
9	5,117	4,257	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,073	3,006	2,937	2,901	2,864	2,826	2,787	2,748	2,707
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,136	3,072	3,020	2,978	2,913	2,845	2,774	2,737	2,700	2,661	2,621	2,580	2,538
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,788	2,719	2,646	2,609	2,571	2,531	2,490	2,448	2,405
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,687	2,617	2,544	2,506	2,466	2,426	2,384	2,341	2,296
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,604	2,533	2,459	2,420	2,380	2,339	2,297	2,252	2,206
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,534	2,463	2,388	2,349	2,308	2,266	2,223	2,178	2,131
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,791	2,707	2,641	2,588	2,544	2,475	2,403	2,328	2,288	2,247	2,204	2,160	2,114	2,066
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,425	2,352	2,276	2,235	2,194	2,151	2,106	2,059	2,010
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,381	2,308	2,230	2,190	2,148	2,104	2,058	2,011	1,960
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,342	2,269	2,191	2,150	2,107	2,063	2,017	1,968	1,917
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,308	2,234	2,156	2,114	2,071	2,026	1,980	1,930	1,878
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,278	2,203	2,124	2,083	2,039	1,994	1,946	1,896	1,843
21	4,325	3,467	3,073	2,840	2,685	2,573	2,488	2,421	2,366	2,321	2,250	2,176	2,096	2,054	2,010	1,965	1,917	1,866	1,812
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,226	2,151	2,071	2,028	1,984	1,938	1,889	1,838	1,783
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,204	2,128	2,048	2,005	1,961	1,914	1,865	1,813	1,757
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,183	2,108	2,027	1,984	1,939	1,892	1,842	1,790	1,733
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,237	2,165	2,089	2,008	1,964	1,919	1,872	1,822	1,768	1,711
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,266	2,220	2,148	2,072	1,990	1,946	1,901	1,853	1,803	1,749	1,691
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,132	2,056	1,974	1,930	1,884	1,836	1,785	1,731	1,672
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,118	2,041	1,959	1,915	1,869	1,820	1,769	1,714	1,654
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,105	2,028	1,945	1,901	1,854	1,806	1,754	1,698	1,638

▼**M2**

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,092	2,015	1,932	1,887	1,841	1,792	1,740	1,684	1,622
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,450	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,004	1,925	1,839	1,793	1,744	1,693	1,637	1,577	1,509
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,917	1,836	1,748	1,700	1,649	1,594	1,534	1,467	1,389
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,911	1,834	1,751	1,659	1,608	1,554	1,495	1,429	1,352	1,254
1000+	3,842	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,752	1,666	1,571	1,517	1,459	1,394	1,318	1,221	1,000

▼B

6. **Nachylenie**

Nachylenie regresji metodą najmniejszych kwadratów, a_{1y}, oblicza się za pomocą równania (7-162):

$$a_{1y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \overline{y}) \cdot (y_{refi} - \overline{y}_{ref})}{\sum_{i=1}^{N}(y_{refi} - \overline{y}_{ref})^2} \quad (7\text{-}162)$$

7. **Punkt przecięcia**

Punkt przecięcia linii regresji metodą najmniejszych kwadratów, a_{0y}, oblicza się za pomocą równania (7-163):

$$a_{0y} = \overline{y} - (a_{1y} \cdot \overline{y}_{ref}) \quad (7\text{-}163)$$

8. **Standardowy błąd szacunku**

Standardowy błąd szacunku, *SEE*, oblicza się za pomocą równania (7-164):

$$SEE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{N - 2}} \quad (7\text{-}164)$$

9. **Współczynnik determinacji**

Współczynnik determinacji, r^2, oblicza się za pomocą równania (7-165):

$$r_y^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{\sum_{i=1}^{N}[y_i - \overline{y}]^2} \quad (7\text{-}165)$$

▼B

Dodatek 4

Międzynarodowy wzór na przyciąganie z 1980 r.

Przyciąganie ziemskie, a_g, zależy od położenia, przy czym wartość a_g oblicza się dla danej szerokości geograficznej za pomocą równania (7-166):

$$a_g = 9{,}7803267715\ [1 + 5{,}2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \theta + 2{,}32718 \times 10^{-5} \sin^4 \theta + 1{,}262 \times 10^{-7} \sin^6 \theta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \theta] \quad (7\text{-}166)$$

gdzie:

θ = stopnie szerokości geograficznej północnej lub południowej

▼B

Dodatek 5

Obliczanie liczby cząstek stałych

1. **Określenie liczby cząstek stałych**

1.1. Zestrojenie czasowe

W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego czas przebywania w układzie pobierania próbek i zliczania cząstek stałych należy obliczyć przez zestrojenie czasowe sygnału liczby cząstek stałych z cyklem badania i masowym natężeniem przepływu gazów spalinowych, zgodnie z procedurą opisaną w pkt 8.2.1.2 załącznika VI. Czas przekształcenia dla układu pobierania próbek i zliczania cząstek stałych określa się zgodnie z pkt 2.1.3.7 dodatku 1 do załącznika VI.

1.2. Określanie liczby cząstek stałych dla cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badań RMC przy użyciu układu rozcieńczania przepływu częściowego

Jeżeli próbki cząstek stałych są pobierane za pomocą układu rozcieńczania przepływu częściowego zgodnie ze specyfikacjami określonymi w pkt 9.2.3 załącznika VI, liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania należy obliczyć za pomocą równania (7-167):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}167)$$

gdzie:

N oznacza liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania, [#/test];

m_{edf} oznacza masę ekwiwalentu rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu, wyznaczoną za pomocą równania (7-45) (pkt 2.3.1.1.2.), [kg/badanie];

k oznacza współczynnik wzorcowania do skorygowania pomiarów licznika cząstek stałych do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnętrznie w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik wzorcowania stosuje się wewnętrznie w liczniku cząstek stałych, w równaniu (7-167) za k podstawia się wartość 1;

$\overline{c_s}$ oznacza średnie stężenie cząstek stałych ze rozcieńczonych gazów spalinowych skorygowane do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

$\overline{f_r}$ oznacza średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania;

przy czym:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}168)$$

gdzie:

$c_{s,I}$ oznacza nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych gazach spalinowych odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

n oznacza liczbę pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych w trakcie badania.

▼B

1.3. Określanie liczby cząstek stałych dla cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badań RMC przy użyciu układu rozcieńczania przepływu całkowitego

Jeżeli próbki cząstek stałych są pobierane za pomocą układu rozcieńczania przepływu całkowitego zgodnie ze specyfikacjami określonymi w załączniku VI pkt 9.2.2, liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania należy obliczyć za pomocą równania (7-169):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}169)$$

gdzie:

N oznacza liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania, [#/test];

m_{ed} oznacza przepływ całkowity spalin rozcieńczonych w całym cyklu, obliczony zgodnie z jedną z metod opisanych w pkt 2.2.4.1–2.2.4.3 w załączniku VII, kg/badanie;

k oznacza współczynnik wzorcowania do skorygowania pomiarów licznika cząstek stałych do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnętrznie w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik wzorcowania stosuje się wewnętrznie w liczniku cząstek stałych, w równaniu (7-169) za k podstawia się wartość 1;

$\overline{c_s}$ oznacza średnie skorygowane stężenie cząstek stałych ze spalin rozcieńczonych skorygowane do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), cząstki stałe na centymetr sześcienny;

$\overline{f_r}$ oznacza średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania;

przy czym:

$$\overline{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}170)$$

gdzie:

$c_{s,I}$ oznacza nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych spalinach odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

n oznacza liczbę pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych w trakcie badania.

1.4. Określanie liczby cząstek stałych dla badań NRSC z fazami dyskretnymi przy użyciu układu rozcieńczania przepływu częściowego

Jeżeli próbki na potrzeby określenia liczby cząstek stałych są pobierane za pomocą układu rozcieńczania przepływu częściowego zgodnie ze specyfikacjami określonymi w pkt 9.2.3 załącznika VI, wskaźnik emisji cząstek stałych w każdej konkretnej fazie dyskretnej należy obliczyć za pomocą równania (7-171), stosując wartości średnie dla tej fazy:

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \qquad (7\text{-}171)$$

gdzie:

$\dot{N}$ oznacza wskaźnik emisji cząstek stałych podczas konkretnej fazy dyskretnej, [#/h];

q_{medf} oznacza równoważne masowe natężenie przepływu spalin rozcieńczonych w stanie mokrym podczas konkretnej fazy dyskretnej, określone zgodnie z równaniem (7-51) (pkt 2.3.2.1), [kg/s];

▼B

k oznacza współczynnik wzorcowania do skorygowania pomiarów licznika cząstek stałych do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnętrznie w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik wzorcowania stosuje się wewnętrznie w liczniku cząstek stałych, w równaniu (1-171) za k podstawia się wartość 1;

$\overline{c_s}$ oznacza średnie stężenie cząstek stałych z rozcieńczonych gazów spalinowych podczas konkretnej fazy dyskretnej, skorygowane do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

$\overline{f_r}$ oznacza średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania;

przy czym:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}172)$$

gdzie:

$c_{s,I}$ oznacza nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych spalinach odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

n oznacza liczbę pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych podczas okresu pobierania próbek w poszczególnych fazach dyskretnych.

1.5. Określanie liczby cząstek stałych dla cykli z fazami dyskretnymi przy użyciu układu rozcieńczania przepływu całkowitego

Jeżeli próbki na potrzeby określenia liczby cząstek stałych są pobierane za pomocą układu rozcieńczania przepływu całkowitego zgodnie ze specyfikacjami określonymi w pkt 9.2.2 załącznika VI, wskaźnik emisji cząstek stałych w każdej konkretnej fazie dyskretnej należy obliczyć za pomocą równania (7-173), stosując wartości średnie dla tej fazy:

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\,600 \quad (7\text{-}173)$$

gdzie:

$\dot{N}$ oznacza wskaźnik emisji cząstek stałych podczas konkretnej fazy dyskretnej, [#/h];

q_{mdew} oznacza całkowite masowe natężenie przepływu spalin rozcieńczonych w stanie mokrym podczas konkretnej fazy dyskretnej, [kg/s];

k oznacza współczynnik wzorcowania do skorygowania pomiarów licznika cząstek stałych do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnętrznie w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik wzorcowania stosuje się wewnętrznie w liczniku cząstek stałych, w równaniu (7-173) za k podstawia się wartość 1;

$\overline{c_s}$ oznacza średnie stężenie cząstek stałych z rozcieńczonych gazów spalinowych podczas konkretnej fazy dyskretnej, skorygowane do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

$\overline{f_r}$ oznacza średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania;

▼B

przy czym:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}174)$$

gdzie:

$c_{s,I}$ oznacza nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych spalinach odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz do warunków normalnych (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny;

n oznacza liczbę pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych podczas okresu pobierania próbek w poszczególnych fazach dyskretnych.

2. **Wynik badania**

2.1. Obliczanie emisji jednostkowych dla cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badań RMC

W każdym poszczególnym odpowiednim badaniu RMC, NRTC w cyklu gorącego rozruchu i NRTC w cyklu zimnego rozruchu emisje jednostkowe wyrażone w liczbie cząstek stałych na kWh oblicza się za pomocą równania (7-175):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7\text{-}175)$$

gdzie:

N oznacza liczbę cząstek stałych emitowanych podczas odpowiedniego badania RMC, badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu lub badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu,

W_{act} oznacza rzeczywistą pracę w cyklu zgodnie z pkt 7.8.3.4 załącznika VI, [kWh].

Jeżeli chodzi o RMC, w przypadku silnika z nieczęstą (okresową) regeneracją układu wtórnej obróbki spalin (zob. pkt 6.6.2 załącznika VI) emisje jednostkowe należy skorygować przy użyciu odpowiedniego mnożnikowego współczynnika dostosowania albo odpowiedniego addytywnego współczynnika dostosowania. Jeżeli podczas badania nie wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w górę ($k_{ru,m}$ lub $k_{ru,a}$). Jeżeli podczas badania wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w dół ($k_{rd,m}$ lub $k_{rd,a}$).

Jeżeli chodzi o RMC, wynik końcowy należy również skorygować przy użyciu odpowiedniego mnożnikowego lub addytywnego współczynnika pogorszenia jakości określonego na podstawie wymogów zawartych w załączniku III.

2.1.1. Średni ważony wynik badania NRTC

W przypadku badania NRTC końcowy wynik badania jest średnim ważonym wynikiem badań w cyklu zimnego i gorącego rozruchu (z uwzględnieniem regeneracji nieczęstej w stosownych przypadkach), obliczonym za pomocą równania (7-176) lub (7-177):

a) w przypadku korygowania układu regeneracji w sposób multiplikatywny lub w przypadku silników bez nieczęsto regenerowanego układu wtórnej obróbki spalin

$$e = k_r \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}176)$$

w przypadku korygowania układu regeneracji w sposób addytywny

$$e = k_r + \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}177)$$

▼B

gdzie:

N_{cold} oznacza całkowitą liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu zimnego rozruchu podczas badania NRTC,

N_{hot} oznacza całkowitą liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu gorącego rozruchu podczas badania NRTC,

$W_{act,cold}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu zgodnie z pkt 7.8.3.4 załącznika VI, [kWh],

$W_{act,\ hot}$ oznacza rzeczywistą pracę w cyklu podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu zgodnie z pkt 7.8.3.4 załącznika VI, [kWh],

k_r oznacza korygowanie układu regeneracji zgodnie z pkt 6.6.2 załącznika VI, lub w przypadku silników bez nieczęsto regenerowanego układu wtórnej obróbki spalin $k_r = 1$.

Jeżeli podczas badania nie wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w górę ($k_{ru,m}$ lub $k_{ru,a}$). Jeżeli podczas badania wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w dół ($k_{rd,m}$ lub $k_{rd,a}$).

Wynik – w stosownych przypadkach z uwzględnieniem współczynnika dostosowania regeneracji nieczęstej – także należy skorygować przy użyciu mnożnikowego lub addytywnego współczynnika pogorszenia jakości określonego na podstawie wymogów zawartych w załączniku III.

2.2. Obliczanie emisji jednostkowej na potrzeby badań NRSC z fazami dyskretnymi

Emisje jednostkowe e [#/kWh] oblicza się za pomocą równania (7-178):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}178)$$

gdzie:

▼M2

P_i moc silnika dla fazy i [kW] obliczona poprzez dodanie do mocy zmierzonej P_{meas} [kW] mocy wymaganej do sterowania urządzeniami pomocniczymi P_{AUX} [kW] określonej zgodnie z równaniem (6-8) w załączniku VI ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

WFi oznacza współczynnik wagowy dla fazy i [-]

$\dot{N}_i$ oznacza średnie liczbowe natężenie przepływu emisji dla danej fazy i [#/h] obliczone ze wzoru (7-171) lub (7-173), w zależności od metody rozcieńczania

W przypadku silnika z nieczęstą (okresową) regeneracją układu wtórnej obróbki spalin (zob. pkt 6.6.2 załącznika VI) emisje jednostkowe należy skorygować przy użyciu odpowiedniego mnożnikowego współczynnika dostosowania albo odpowiedniego addytywnego współczynnika dostosowania. Jeżeli podczas badania nie wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w górę ($k_{ru,m}$ lub $k_{ru,a}$). Jeżeli podczas badania wystąpiła regeneracja nieczęsta, należy zastosować współczynnik w dół ($k_{rd,m}$ lub $k_{rd,a}$). Jeżeli współczynniki dostosowania zostały określone dla każdej fazy, współczynniki te stosuje się dla każdej fazy podczas obliczania ważonego wyniku emisji w równaniu (7-178).

Wynik – w stosownych przypadkach z uwzględnieniem współczynnika dostosowania regeneracji nieczęstej – także należy skorygować przy użyciu mnożnikowego lub addytywnego współczynnika pogorszenia jakości określonego na podstawie wymogów zawartych w załączniku III.

▼B

2.3. Zaokrąglanie wyników końcowych

►M2 Wynik końcowy badania NRSC i średni ważony wynik badania NRTC musi być zaokrąglony jednorazowo do trzech cyfr znaczących zgodnie z ASTM E 29–06B. ◄ Nie wolno zaokrąglać wartości pośrednich prowadzących do ostatecznego wyniku dotyczącego emisji jednostkowych.

2.4. Określanie poziomu tła cząstek stałych

2.4.1. Na wniosek producenta silnika można pobrać próbki stężenia tła cząstek stałych z tunelu rozcieńczającego, przed badaniem lub po nim, w punkcie usytuowanym za filtrami cząstek stałych i węglowodorów w układzie zliczania cząstek stałych w celu określenia stężenia tła cząstek stałych w tunelu.

2.4.2. Odejmowanie stężenia tła cząstek stałych w tunelu jest niedopuszczalne w przypadku homologacji typu, ale można je stosować na wniosek producenta, po uprzednim zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu, na potrzeby badania zgodności produkcji, jeżeli można wykazać, że udział tła w tunelu jest znaczący i można je następnie odjąć od wartości zmierzonych w rozcieńczonych gazach spalinowych.

▼B

Dodatek 6

Obliczanie wielkości emisji amoniaku

1. **Obliczanie stężenia średniego dla cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badań RMC**

Średnie stężenie NH3 w gazie spalinowym w cyklu badania c_{NH3} [ppm] określa się poprzez połączenie wartości chwilowych z całego cyklu. Stosuje się równanie (7-179):

$$c_{NH3} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} c_{NH3,i} \quad (7\text{-}179)$$

gdzie:

$c_{NH3,i}$ to chwilowe stężenie NH3 w gazach spalinowych [ppm]

n to liczba pomiarów

W przypadku NRTC końcowy wynik badania oblicza się za pomocą równania (7-180):

▼M2

$$c_{NH3} = (0{,}1 \times c_{NH3,cold}) + (0{,}9 \times c_{NH3,hot}) \quad (7\text{-}180)$$

▼B

gdzie:

$c_{NH3,cold}$ oznacza średnie stężenie NH3 podczas badania NRTC w cyklu zimnego rozruchu [ppm]

$c_{NH3,hot}$ oznacza średnie stężenie NH3 podczas badania NRTC w cyklu gorącego rozruchu [ppm]

2. **Obliczanie średniego stężenia dla cykli z fazami dyskretnymi NRSC**

Średnie stężenie NH3 w gazie spalinowym w cyklu badania c_{NH3} [ppm] określa się przez pomiar średniego stężenia w odniesieniu do każdej fazy oraz ważenie otrzymanego wyniku zgodnie z współczynnikami wagowymi mającymi zastosowanie do danego cyklu badania. Stosuje się równanie (7-181):

$$c_{NH3} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} \overline{c}_{NH3,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}181)$$

gdzie:

$\overline{c}_{NH3,i}$ to średnie stężenie NH3 w gazach spalinowych dla fazy i [ppm]

N_{mode} oznacza liczbę faz w cyklu badania

WF_i oznacza współczynnik wagowy dla fazy i [-]

▼B

ZAŁĄCZNIK VIII

Wymagania dotyczące osiągów i procedury badań odnoszące się do silników dwupaliwowych

1. **Zakres**

Niniejszy załącznik ma zastosowanie do silników dwupaliwowych zdefiniowanych w art. 3 pkt 18 rozporządzenia (UE) 2016/1628, zasilanych zarówno paliwem ciekłym, jak i gazowym (tryb dwupaliwowy).

Niniejszy załącznik nie ma zastosowania do badań silników, w tym silników dwupaliwowych, w przypadku gdy silniki te są zasilane wyłącznie paliwem ciekłym albo wyłącznie paliwem gazowym (tj. gdy wskaźnik energetyczny gazu wynosi 1 lub 0 w zależności od typu paliwa). W takim przypadku wymogi są takie same jak dla wszelkich silników jednopaliwowych.

Homologację typu silników zasilanych jednocześnie poprzez połączenie więcej niż jednego paliwa ciekłego i paliwa gazowego lub paliwa ciekłego i więcej niż jednego paliwa gazowego należy przeprowadzać zgodnie z procedurą dla nowych technologii lub nowych koncepcji określonych w art. 33 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

2. **Definicje i skróty**

Do celów niniejszego załącznika stosuje się następujące definicje:

2.1. „GER (wskaźnik energetyczny gazu)” ma znaczenie określone w art. 3 pkt 20 rozporządzenia (UE) 2016/1628, oparte na niższej wartości opałowej;

2.2. „GER_{cykl}” oznacza średnią wartość GER podczas eksploatacji silnika w trakcie właściwego cyklu badań silnika;

2.3. „silnik dwupaliwowy typu 1A” oznacza:

a) silnik dwupaliwowy należący do podkategorii NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), który na biegu jałowym nie zużywa wyłącznie paliwa ciekłego i który nie posiada trybu zasilania paliwem ciekłym; albo

b) silnik dwupaliwowy należący do dowolnej (pod)kategorii innej niż podkategoria NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), który na biegu jałowym nie zużywa wyłącznie paliwa ciekłego i który nie posiada trybu zasilania paliwem ciekłym;

2.4. „silnik dwupaliwowy typu 1B” oznacza:

a) silnik dwupaliwowy należący do podkategorii NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), który na biegu jałowym w trybie dwupaliwowym nie zużywa wyłącznie paliwa ciekłego i który posiada tryb zasilania paliwem ciekłym; albo

b) silnik dwupaliwowy należący do dowolnej (pod)kategorii innej niż podkategoria NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), który na biegu jałowym w trybie dwupaliwowym nie zużywa wyłącznie paliwa ciekłego i który posiada tryb zasilania paliwem ciekłym;

▼B

2.5. „silnik dwupaliwowy typu 2A” oznacza:

a) silnik dwupaliwowy należący do podkategorii NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wynoszącym 10–90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$), który nie posiada trybu zasilania paliwem ciekłym, lub pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), lecz który na biegu jałowym zużywa wyłącznie paliwo ciekłe i który nie posiada trybu wykorzystującego paliwo ciekłe; albo

b) silnik dwupaliwowy należący do dowolnej (pod)kategorii innej niż podkategoria NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wynoszącym 10–90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$), który nie posiada trybu zasilania paliwem ciekłym, lub pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), lecz który na biegu jałowym zużywa wyłącznie paliwo ciekłe i który nie posiada trybu wykorzystującego paliwo ciekłe;

2.6. „silnik dwupaliwowy typu 2B” oznacza:

a) silnik dwupaliwowy należący do podkategorii NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wynoszącym 10–90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$), który posiada tryb zasilania paliwem ciekłym, lub pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$), który posiada tryb wykorzystujący paliwo ciekłe, lecz który na biegu jałowym w trybie dwupaliwowym może zużywać wyłącznie paliwo ciekłe; albo

b) silnik dwupaliwowy należący do dowolnej (pod)kategorii innej niż podkategoria NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wynoszącym 10–90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$), który nie posiada trybu zasilania paliwem ciekłym, lub pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nie niższym niż 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$), który posiada tryb wykorzystujący paliwo ciekłe, lecz który na biegu jałowym w trybie dwupaliwowym może zużywać wyłącznie paliwo ciekłe;

2.7. „silnik dwupaliwowy typu 3B” oznacza:

a) silnik dwupaliwowy należący do podkategorii NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w cyklu gorącego rozruchu w ramach badania NRTC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nieprzekraczającym 10 % ($GER_{NRTC,\ hot} \leq 0{,}1$), który posiada tryb zasilania paliwem ciekłym; albo

b) silnik dwupaliwowy należący do dowolnej (pod)kategorii innej niż podkategoria NRE 19 ≤ kW ≤ 560, pracujący w ramach badania NRSC ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu nieprzekraczającym 10 % ($GER_{NRSC} \leq 0{,}1$), który posiada tryb zasilania paliwem ciekłym.

3. **Dodatkowe wymagania dotyczące homologacji specyficzne dla silników dwupaliwowych**

3.1. Silniki z regulowanym z pozycji operatora sterowaniem wartością GER_{cykl}.

W przypadku danego typu silnika, w przypadku którego dzięki sterowaniu regulowanemu z pozycji operatora można zmniejszyć wartość GER_{cykl} z wartości maksymalnej, nie można ograniczyć minimalnej wartości GER_{cykl}, lecz silnik musi być w stanie spełnić wartości graniczne emisji przy wszelkich wartościach GER_{cykl} dozwolonych przez producenta.

▼B

4. **Wymogi ogólne**

4.1. Tryby pracy silników dwupaliwowych

4.1.1. Warunki pracy silnika dwupaliwowego w trybie paliwa ciekłego

Silnik dwupaliwowy może pracować wyłącznie w trybie zasilania paliwem ciekłym, jeżeli został certyfikowany do pracy w tym trybie zgodnie z wymaganiami niniejszego rozporządzenia dotyczącymi zasilania wyłącznie określonym paliwem ciekłym.

Jeżeli silnik dwupaliwowy opracowano na podstawie certyfikowanego już silnika zasilanego paliwem ciekłym, konieczne jest wydanie nowego świadectwa homologacji typu UE w trybie zasilania paliwem ciekłym.

4.1.2. Warunki zasilania silnika dwupaliwowego na biegu jałowym wyłącznie paliwem ciekłym

4.1.2.1. Silniki dwupaliwowe typu 1A mogą być zasilane na biegu jałowym wyłącznie paliwem ciekłym wyłącznie w warunkach określonych w pkt 4.1.3 w odniesieniu do rozgrzewania i rozruchu.

4.1.2.2. Silniki dwupaliwowe typu 1B na biegu jałowym nie mogą być zasilane wyłącznie paliwem ciekłym w trybie dwupaliwowym.

4.1.2.3. Silniki dwupaliwowe typów 2A, 2B i 3B na biegu jałowym mogą być zasilane wyłącznie paliwem ciekłym.

4.1.3. Warunki zasilania silnika dwupaliwowego podczas rozgrzewania lub rozruchu wyłącznie paliwem ciekłym

4.1.3.1. Silnik dwupaliwowy typu 1B, 2B lub 3B podczas rozgrzewania lub rozruchu może być zasilany wyłącznie paliwem ciekłym. W przypadku gdy strategia sterowania emisją podczas nagrzewania lub rozruchu w trybie dwupaliwowym jest taka sama jak odpowiadająca jej strategia sterowania emisją w trybie zasilania paliwem ciekłym, silnik może pracować w trybie dwupaliwowym podczas nagrzewania lub rozruchu. Jeżeli powyższy warunek nie jest spełniony, w trybie zasilania paliwem ciekłym silnik podczas rozgrzewania lub rozruchu można zasilać wyłącznie paliwem ciekłym.

4.1.3.2. Silnik dwupaliwowy typu 1A lub 2A podczas rozgrzewania lub rozruchu może być zasilany wyłącznie paliwem ciekłym. W takim przypadku strategia musi być jednak zadeklarowana jako AECS oraz spełnione muszą być następujące dodatkowe wymagania:

4.1.3.2.1. wyłączenie strategii musi następować po osiągnięciu przez ciecz chłodzącą temperatury 343 K (70 °C) lub w ciągu 15 minut po jej włączeniu, w zależności od tego, co nastąpi wcześniej; oraz

4.1.3.2.2. tryb serwisowy włącza się, kiedy strategia jest aktywna.

4.2. Tryb serwisowy

4.2.1. Warunki pracy silników dwupaliwowych w trybie serwisowym

Kiedy silnik pracuje w trybie serwisowym, podlega on ograniczeniu eksploatacyjnemu i jest czasowo zwolniony z obowiązku spełniania opisanych w niniejszym rozporządzeniu wymagań związanych z emisjami spalin i kontrolą NO_x.

▼B

4.2.2. Ograniczenie eksploatacyjne w trybie serwisowym

4.2.2.1. Wymóg dla silników kategorii innych niż IWP, IWA, RLL i RLR

Ograniczenie eksploatacyjne stosowane w odniesieniu do maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach wyposażonych w silnik dwupaliwowy kategorii innej niż IWP, IWA, RLL i RLR eksploatowany w trybie serwisowym jest ograniczeniem włączanym przez „system stanowczego wymuszania" określony w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.4.

Aby uwzględnić obawy dotyczące bezpieczeństwa i umożliwić diagnostykę autonaprawczą, zgodnie z załącznikiem IV dodatek 1 pkt 5.5 zezwala się na stosowanie funkcji ręcznego wyłączenia wymuszenia w celu uwolnienia pełnej mocy silnika.

W przeciwnym razie ograniczenie eksploatacyjne nie wyłączy się ani poprzez aktywację, ani wyłączenie systemu ostrzegania i systemu wymuszającego, które określono w załączniku IV.

Aktywacja lub dezaktywacja trybu serwisowego nie może powodować aktywacji lub dezaktywacji systemu ostrzegania i systemu wymuszającego, które określono w załączniku IV.

4.2.2.2. Wymóg dla silników kategorii IWP, IWA, RLL i RLR

Jeżeli chodzi o silniki kategorii IWP, IWA, RLL i RLR, aby uwzględnić obawy dotyczące bezpieczeństwa, praca w trybie serwisowym jest dozwolona bez ograniczeń w zakresie momentu obrotowego lub prędkości obrotowej silnika. W takim przypadku zawsze gdy ograniczenie eksploatacyjne jest aktywne zgodnie z pkt 4.2.2.3, należy dokonać zapisu wszelkich przypadków pracy silnika w aktywnym trybie serwisowym w rejestrze zdarzeń w pamięci trwałej komputera pokładowego w taki sposób, aby zapewnić uniemożliwienie celowego usunięcia informacji.

Krajowe organy inspekcji powinny mieć możliwość odczytania tych zapisów za pomocą narzędzia skanującego. ►M2 Opis połączenia i metody odczytu tych zapisów należy ująć w folderze informacyjnym, jak określono w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656. ◄

4.2.2.3. Włączenie ograniczenia eksploatacyjnego

Ograniczenie eksploatacyjne włącza się automatycznie po włączeniu trybu serwisowego.

W przypadku gdy tryb serwisowy jest aktywowany zgodnie z pkt 4.2.3 z powodu awarii układu zasilania gazem, ograniczenie eksploatacyjne musi się włączyć w ciągu 30 minut działania po aktywowaniu trybu serwisowego.

W przypadku gdy tryb serwisowy jest aktywowany z powodu braku paliwa gazowego w zbiorniku, ograniczenie eksploatacyjne włącza się natychmiast po aktywowaniu trybu serwisowego.

4.2.2.4. Wyłączenie ograniczenia eksploatacyjnego

System ograniczenia eksploatacyjnego wyłącza się, kiedy silnik nie działa już w trybie serwisowym.

4.2.3. Niedostępność paliwa gazowego podczas stosowania trybu dwupaliwowego

Aby umożliwić maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach przyjęcie bezpiecznej pozycji, po wykryciu braku paliwa gazowego w zbiorniku lub awarii układu zasilania gazem:

a) silniki dwupaliwowe typów 1A i 2A aktywują tryb serwisowy;

▼B

b) silniki dwupaliwowe typów 1B, 2B i 3B pracują w trybie zasilania paliwem ciekłym.

4.2.3.1. Niedostępność paliwa gazowego – pusty zbiornik paliwa gazowego

W przypadku braku paliwa gazowego w zbiorniku, włącza się tryb serwisowy lub, stosownie do pkt 4.2.3, tryb wykorzystujący paliwo ciekłe natychmiast po wykryciu przez układ silnika, że zbiornik jest pusty.

Kiedy gaz obecny w zbiorniku osiągnie poziom, który uzasadnił aktywację systemu ostrzegania przed pustym zbiornikiem, określonego w pkt 4.3.2, tryb serwisowy może zostać wyłączony lub, w stosownym przypadku, można ponownie aktywować tryb dwupaliwowy.

4.2.3.2. Niedostępność paliwa gazowego – awaria układu zasilania gazem

W przypadku awarii układu zasilania gazem, który powoduje niedostępność paliwa gazowego w zbiorniku, należy aktywować tryb serwisowy lub, stosownie do pkt 4.2.3, tryb wykorzystujący paliwo ciekłe, gdy zasilanie paliwem gazowym nie jest dostępne.

Gdy tylko zasilanie paliwem gazowym będzie dostępne, można wyłączyć tryb serwisowy lub, w stosownym przypadku, ponownie aktywować tryb dwupaliwowy.

4.3. Sygnalizatory trybu dwupaliwowego

4.3.1. Sygnalizator dwupaliwowego trybu pracy

Maszyny mobilne nieporuszające się po drogach muszą zapewniać operatorowi sygnalizację wzrokową trybu pracy silnika (tryb dwupaliwowy, zasilania paliwem ciekłym lub serwisowy).

Charakterystykę i umiejscowienie takiego sygnalizatora pozostawia się do decyzji producenta oryginalnego sprzętu i może on stanowić część istniejącego systemu sygnalizacji wzrokowej.

Sygnalizator taki mogą uzupełniać wyświetlane komunikaty. System używany do wyświetlania komunikatów, o którym mowa w niniejszym punkcie, może być systemem wykorzystywanym również do celów diagnostyki kontroli emisji NO_x lub do innych celów konserwacji.

Element wizualny sygnalizatora dwupaliwowego trybu pracy musi się różnić od elementu stosowanego do celów diagnostyki kontroli emisji NO_x lub do innych celów konserwacji.

Ostrzeżenia dotyczące bezpieczeństwa mają zawsze pierwszeństwo w stosunku do sygnalizacji trybu pracy.

4.3.1.1. Sygnalizator trybu dwupaliwowego wskazuje tryb serwisowy natychmiast po włączeniu tego trybu (tj. przed jego rzeczywistym włączeniem) i sygnalizator ten pozostaje włączony tak długo, jak długo włączony jest tryb serwisowy.

4.3.1.2. Sygnalizator trybu dwupaliwowego ustawia się na co najmniej minutę na tryb dwupaliwowy lub tryb zasilania paliwem ciekłym, jak tylko tryb pracy silnika zmienia się z trybu wykorzystującego paliwo ciekłe na tryb dwupaliwowy lub odwrotnie. Sygnalizacja ta jest również wymagana w przypadku co najmniej jednej minuty w pozycji „kluczyk-włączony” lub, na wniosek producenta, w rozruchu korbowym. Sygnalizacja musi być również dostępna na żądanie operatora.

▼B

4.3.2. System ostrzegania o pustym zbiorniku paliwa gazowego (system ostrzegania dotyczący zasilania dwupaliwowego)

Maszyna mobilna nieporuszająca się po drogach z silnikiem dwupaliwowym musi być wyposażona w system ostrzegania dotyczący zasilania dwupaliwowego, który ostrzega operatora o zbliżającym się opróżnieniu zbiornika paliwa gazowego.

System ostrzegania dotyczący zasilania dwupaliwowego musi pozostawać aktywny aż do napełnienia zbiornika do poziomu, powyżej którego włącza się system ostrzegania.

Działanie systemu ostrzegania dotyczącego zasilania dwupaliwowego może być tymczasowo przerywane przez inne sygnały ostrzegawcze przekazujące ważne komunikaty dotyczące bezpieczeństwa.

Dopóki nie usunięto przyczyny włączenia ostrzeżenia, nie jest możliwe wyłączenie systemu ostrzegania dotyczącego zasilania dwupaliwowego za pomocą narzędzia skanującego.

4.3.2.1. Charakterystyka systemu ostrzegania dotyczącego zasilania dwupaliwowego

System ostrzegania dotyczący zasilania dwupaliwowego jest systemem ostrzegania wzrokowego (symbol, piktogram itp.) pozostawionym do uznania producenta.

Zależnie od decyzji producenta może on również obejmować sygnał dźwiękowy. W takim przypadku dopuszcza się wyłączenie sygnału dźwiękowego przez operatora.

Element wizualny systemu ostrzegania dotyczącego zasilania dwupaliwowego musi się różnić od elementu stosowanego do celów diagnostyki kontroli emisji NO_x lub do innych celów konserwacji.

System ostrzegania dotyczący zasilania dwupaliwowego może dodatkowo wyświetlać krótkie komunikaty, w tym komunikaty w jasny sposób podające dystans lub czas pozostający do włączenia ograniczenia eksploatacyjnego.

System używany do wyświetlania sygnałów ostrzegawczych lub komunikatów, o którym mowa w niniejszym punkcie, może być systemem wykorzystywanym również do wyświetlania sygnałów ostrzegawczych lub komunikatów dotyczących diagnostyki kontroli emisji NO_x lub sygnałów ostrzegawczych lub komunikatów do innych celów konserwacji.

W maszynach mobilnych nieporuszających się po drogach przeznaczonych do użycia przez służby ratownicze lub w maszynach mobilnych nieporuszających się po drogach zaprojektowanych i skonstruowanych do użytku sił zbrojnych, obrony cywilnej, straży pożarnej oraz służb odpowiedzialnych za utrzymanie porządku publicznego dopuszcza się zastosowanie mechanizmu umożliwiającego operatorowi przygaszenie wizualnych sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez system ostrzegania.

4.4. Zgłoszony moment obrotowy

4.4.1. Zgłoszony moment obrotowy, kiedy silnik dwupaliwowy pracuje w trybie dwupaliwowym

Kiedy silnik dwupaliwowy pracuje w trybie dwupaliwowym:

a) dostępna krzywa momentu obrotowego odniesienia jest krzywą uzyskaną podczas badania tego silnika na hamowni silnikowej w trybie dwupaliwowym;

b) zarejestrowane rzeczywiste momenty obrotowe (moment obrotowy indykowany oraz moment sił tarcia) muszą być uzyskane w trybie dwupaliwowym, a nie wyłącznie podczas spalania paliwa ciekłego.

▼B

4.4.2. Zgłoszony moment obrotowy, kiedy silnik dwupaliwowy pracuje w trybie zasilania paliwem ciekłym

Kiedy silnik dwupaliwowy pracuje w trybie zasilania paliwem ciekłym, dostępna krzywa momentu obrotowego odniesienia jest krzywą uzyskaną podczas badania silnika na hamowni silnikowej w trybie zasilania paliwem ciekłym.

4.5. Wymogi dodatkowe

4.5.1. Strategie adaptacyjne stosowane w przypadku silnika dwupaliwowego oprócz spełnienia wymogów określonych w załączniku IV muszą również być zgodne z następującymi wymogami:

a) silnik zawsze pozostaje typem silnika dwupaliwowego (tj. typu 1A, 2B itp.), który zgłoszono do homologacji typu UE; oraz

▼M2

b) w przypadku silnika typu 2 wynikająca z tego różnica między najwyższą i najniższą wartością GER_{cykl} w rodzinie silników nie może nigdy przekroczyć zakresu określonego w pkt 2.4.15 załącznika IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656, z wyjątkiem przypadków dozwolonych w pkt 3.1.

▼B

4.6. Homologacja typu uzależniona jest od zapewnienia producentowi oryginalnego sprzętu i użytkownikom końcowym, zgodnie z załącznikami XIV i XV, instrukcjami dotyczącymi montażu i pracy silnika dwupaliwowego, w tym trybu serwisowego określonego w pkt 4.2 oraz systemu sygnalizowania trybu dwupaliwowego określonego w pkt 4.3.

5. **Wymogi dotyczące osiągów**

5.1. Wymogi dotyczące osiągów, w tym wartości graniczne emisji, oraz wymogi dotyczące homologacji typu UE mającej zastosowanie do silników dwupaliwowych są takie same jak wymagania dotyczące wszelkich innych silników odpowiedniej kategorii, jak określono w niniejszym rozporządzeniu i w rozporządzeniu (UE) 2016/1628, poza przypadkami określonymi w niniejszym załączniku.

5.2. Wartość graniczną węglowodorów (HC) dla pracy w trybie dwupaliwowym określa się za pomocą średniego wskaźnika energetycznego gazu (GER) w danym cyklu badania, jak określono w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

5.3. Wymogi techniczne dotyczące strategii sterowania emisją, w tym dokumentacja wymagana do przedstawienia tych strategii, przepisy techniczne dotyczące zabezpieczenia przed ingerencją oraz zakaz stosowania urządzeń ograniczających skuteczność działania są takie same jak te dotyczące wszelkich innych silników odpowiedniej kategorii, jak określono w załączniku IV.

5.4. Szczegółowe wymogi techniczne dotyczące obszaru związanego z danym badaniem NRSC, które obejmują kontrolę nad liczbą, o którą emisje mogą przekroczyć wartości graniczne określone w załączniku II do rozporządzenia (UE) 2016/1628, są takie same jak wymagania dotyczące wszelkich innych silników odpowiedniej kategorii, jak określono w załączniku IV.

6. **Wymagania dotyczące demonstracji**

6.1. Wymagania dotyczące demonstracji, mające zastosowanie do silników dwupaliwowych są takie same jak wymagania dotyczące wszelkich innych silników odpowiedniej kategorii, jak określono w niniejszym rozporządzeniu i w rozporządzeniu (UE) 2016/1628, poza przypadkami określonymi w pkt 6.

▼B

6.2. Należy wykazać zgodność z mającymi zastosowanie wartościami granicznymi w trybie dwupaliwowym.

6.3. W przypadku typów silnika dwupaliwowego wyposażonych w tryb zasilania paliwem ciekłym (tj. typy 1B, 2B, 3B) należy dodatkowo wykazać zgodność z mającymi zastosowanie wartościami granicznymi w tym trybie.

6.4. Dodatkowe wymagania dotyczące demonstracji w przypadku silnika typu 2

▼M2

6.4.1. Producent przekazuje organowi udzielającemu homologacji dowody, że zakres wartości GER_{cykl} wszystkich członków rodziny silników dwupaliwowych mieści się w zakresie określonym w pkt 2.4.15 załącznika IX do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656 lub że zakres ten spełnia wymogi określone w pkt 6.5 w przypadku silników z regulowanym z pozycji operatora sterowaniem wartością GER_{cykl} (np. poprzez algorytmy, analizy funkcjonalne, obliczenia, symulacje, wyniki poprzednich badań itp.).

▼B

6.5. Dodatkowe wymagania dotyczące demonstracji w przypadku silnika z regulowanym z pozycji operatora sterowaniem wartością GER_{cykl}

6.5.1. Należy wykazać zgodność z wartościami granicznymi przy minimalnej i maksymalnej wartości GER_{cykl} dozwolonej przez producenta.

6.6. Wymagania dotyczące demonstracji trwałości silnika dwupaliwowego

6.6.1. Obowiązują przepisy zawarte w załączniku III.

6.7. Demonstracja sygnalizatorów trybu dwupaliwowego, sygnału ostrzegawczego i ograniczenia eksploatacyjnego

6.7.1. Wnioskując o homologację typu UE na podstawie niniejszego rozporządzenia, producent demonstruje działanie sygnalizatorów trybu dwupaliwowego, sygnału ostrzegawczego i ograniczenia eksploatacyjnego zgodnie z przepisami dodatku 1.

▼M2

6.8. Dokumentacja demonstracji

W sprawozdaniu z demonstracji należy udokumentować demonstrację przeprowadzoną na podstawie pkt 6.1–6.7.1. Sprawozdanie musi:

a) zawierać opis przeprowadzonej demonstracji, w tym właściwego cyklu badania;

b) być ujęte w folderze informacyjnym, jak określono w części A załącznika I do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

7. **Wymagania w zakresie zapewnienia właściwego działania systemu kontroli emisji NO_x**

7.1. Załącznik IV (wymogi techniczne w zakresie środków kontroli NO_x) ma zastosowanie do silników dwupaliwowych, niezależnie od tego, czy pracują w trybie dwupaliwowym, czy w trybie wykorzystującym paliwo ciekłe.

7.2. Dodatkowe wymogi dotyczące kontroli NO_x w przypadku silników dwupaliwowych typu 1B, 2B i 3B

7.2.1. Uznaje się, że moment obrotowy włączający stanowcze wymuszanie określone w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.4 jest najniższym z momentów obrotowych uzyskanych w trybie zasilania paliwem ciekłym i w trybie dwupaliwowym.

7.2.2. Możliwego wpływu trybu pracy na wykrywanie awarii nie można wykorzystywać do wydłużania czasu poprzedzającego aktywację systemu wymuszającego.

▼B

7.2.3. W przypadku awarii, których wykrycie nie zależy od trybu pracy silnika, mechanizmy określone w dodatku 1 do załącznika IV związane ze statusem DTC nie mogą zależeć od trybu pracy silnika (przykładowo, jeżeli DTC osiągnął status „potencjalny” w trybie dwupaliwowym, osiągnie on status „potwierdzony i aktywny” po kolejnym wykryciu awarii, nawet w trybie zasilania paliwem ciekłym).

7.2.4. W przypadku awarii, których wykrycie zależy od trybu pracy silnika, DTC nie uzyskają statusu „wcześniej aktywny” w innym trybie niż ten, w którym osiągnęły one status „potwierdzony i aktywny”.

7.2.5. Zmiana trybu pracy (z dwupaliwowego na wykorzystujący paliwo ciekłe lub odwrotnie) nie może zatrzymać ani zresetować mechanizmów wprowadzonych, aby spełnić wymagania określone w załączniku IV (np. liczniki). Jednak w przypadku gdy jeden z tych mechanizmów (na przykład układ diagnostyczny) jest uzależniony od rzeczywistej eksploatacji, licznik powiązany z tym mechanizmem można, na wniosek producenta i za zgodą organu udzielającego homologacji typu:

a) zatrzymać i, w stosownych przypadkach, zachować jego bieżącą wartość po zmianie trybu pracy;

b) ponowne rozpocząć liczenie i, w stosownych przypadkach, kontynuować liczenie od punktu, w którym został zatrzymany, po powrocie do poprzedniego trybu pracy.

▼B

Dodatek 1

Sygnalizator trybu dwupaliwowego silnika dwupaliwowego, system ostrzegania, ograniczenie eksploatacyjne – wymagania dotyczące demonstracji

1. **Sygnalizatory trybu dwupaliwowego**

1.1. Sygnalizator trybu dwupaliwowego

W ramach homologacji typu UE należy wykazać zdolność silnika do włączania trybu dwupaliwowego podczas pracy w tym trybie.

1.2. Sygnalizator trybu zasilania paliwem ciekłym

W przypadku silników dwupaliwowych typu 1B, 2B lub 3B w ramach homologacji typu UE należy wykazać zdolność silnika do włączania trybu zasilania paliwem ciekłym podczas pracy w tym trybie.

1.3. Sygnalizator trybu serwisowego

W ramach homologacji typu UE należy wykazać zdolność silnika do włączania sygnalizatora trybu serwisowego podczas pracy w tym trybie.

1.3.1. Przy takim wyposażeniu wystarczy dokonać demonstracji dotyczącej sygnalizatora trybu serwisowego, aktywując jego przełącznik i przedstawić organowi udzielającemu homologacji typu dowody, że włączenie następuje, kiedy sam układ silnika kieruje trybem serwisowym (np. poprzez algorytmy, symulacje, wyniki badań wewnętrznych itp.).

2. **System ostrzegania**

W ramach homologacji typu UE należy wykazać zdolność silnika do włączania systemu ostrzegania, w przypadku gdy ilość paliwa gazowego w zbiorniku jest niższa od poziomu ostrzegawczego. W tym celu można dokonać symulacji rzeczywistej ilości paliwa gazowego.

3. **Ograniczenie eksploatacyjne**

W przypadku silnika dwupaliwowego typu 1A lub 2A w ramach homologacji typu UE należy wykazać zdolność silnika do włączania ograniczenia eksploatacyjnego po wykryciu braku paliwa gazowego w zbiorniku oraz awarii układu zasilania gazem. W tym celu można dokonać symulacji braku paliwa gazowego w zbiorniku oraz awarii układu zasilania gazem.

3.1. Wystarczy dokonać demonstracji, w typowym przypadku użycia wybranym za zgodą organu udzielającego homologacji typu, oraz przedstawić temu organowi dowody, że ograniczenie eksploatacyjne występuje w innych możliwych przypadkach użycia (np. poprzez algorytmy, symulacje, wyniki badań wewnętrznych itp.).

▼B

Dodatek 2

Wymogi związane z procedurą badania emisji dla silników dwupaliwowych

1. **Uwagi ogólne**

W niniejszym punkcie określono dodatkowe wymogi i wyjątki dotyczące niniejszego załącznika, aby umożliwić badanie emisji z silników dwupaliwowych, niezależnie od tego, czy emisje te są wyłącznie emisjami spalin, czy też emisjami ze skrzyni korbowej dodawanymi do emisji spalin zgodnie z pkt 6.10 załącznika VI. Jeżeli nie wyszczególniono żadnych dodatkowych wymogów lub wyjątków, wymogi określone w niniejszym rozporządzeniu mają zastosowanie do silników dwupaliwowych w taki sam sposób, w jaki stosuje się je do wszelkich innych typów lub rodzin silników, które uzyskały homologację na podstawie rozporządzenia (UE) 2016/1628.

Badanie emisji z silnika dwupaliwowego jest skomplikowane, ponieważ paliwo wykorzystywane przez silnik może się zmieniać – od czystego paliwa ciekłego do paliwa głównie gazowego połączonego z jedynie niewielką ilością paliwa ciekłego wykorzystywanego jako źródło zapłonu. Proporcje paliw wykorzystywanych przez silnik dwupaliwowy mogą się również zmieniać dynamicznie w zależności od warunków eksploatacji silnika. W związku z tym, aby umożliwić badanie emisji z tych silników, konieczne są szczególne środki ostrożności i ograniczenia.

2. **Warunki badania**

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VI sekcja 6.

3. **Procedury badań**

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VI sekcja 7.

4. **Procedury pomiarowe**

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VI sekcja 8, poza przypadkami określonymi w niniejszym dodatku.

Procedurę pomiaru rozcieńczania przepływu całkowitego dla silników dwupaliwowych przedstawiono na rysunku 6.6 w załączniku VI (system CVS).

Ta procedura pomiarowa gwarantuje, że zmiany składu paliwa podczas badania wpłyną głównie na wyniki pomiaru węglowodorów. ►M2 Należy to skompensować, stosując jedną z metod opisanych w pkt 7. ◄

Pomiar gazów nierozcieńczonych / częściowego przepływu spalin przedstawiony na rysunku 6.7 w załączniku VI można wykorzystać przy zachowaniu pewnych środków ostrożności w odniesieniu do ustalenia masowego przepływu gazów spalinowych oraz metod obliczania.

5. **Urządzenia pomiarowe**

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VI sekcja 9.

6. **Pomiar liczby emitowanych cząstek stałych**

Zastosowanie mają przepisy określone w dodatku 1 do załącznika VI.

7. **Obliczanie wielkości emisji**

Obliczanie wielkości emisji przeprowadza się zgodnie z postanowieniami załącznika VII, poza przypadkami określonymi w niniejszej sekcji. Dodatkowe wymogi określone w pkt 7.1 mają zastosowanie do obliczeń opartych na masie, a dodatkowe wymogi określone w pkt 7.2 stosuje się do obliczeń opartych na podejściu molowym.

▼B

Obliczanie wielkości emisji wymaga wiedzy na temat składu stosowanych paliw. Gdy paliwo gazowe posiada certyfikat potwierdzający właściwości paliwa (np. gaz z butli), dopuszcza się stosowanie składu określonego przez dostawcę. Jeżeli skład nie jest dostępny (np. w przypadku paliwa z rurociągu), należy dokonać analizy składu paliwa co najmniej przed i po przeprowadzeniu badania emisji silnika. Dopuszcza się przeprowadzanie częstszych analiz oraz wykorzystanie ich wyników podczas obliczeń.

W przypadku zastosowania wskaźnika energetycznego gazu (GER) musi on być zgodny z definicją zawartą w art. 3 pkt 2 rozporządzenia (UE) 2016/1628 oraz przepisami szczegółowymi dotyczącymi całkowitych wartości granicznych węglowodorów (HC) w odniesieniu do silników w pełni lub częściowo zasilanych gazem, o których mowa w załączniku II do tego rozporządzenia. Średnią wartość GER w danym cyklu oblicza się za pomocą jednej z następujących metod:

a) w przypadku badań NRTC i RMC NRSC w cyklu gorącego rozruchu – przez podzielenie sumy GER w każdym punkcie pomiarowym przez liczbę punktów pomiarowych;

b) w przypadku badania NRSC z fazami dyskretnymi – przez pomnożenie średniej wartości GER dla każdej fazy badania przez odpowiedni współczynnik wagowy dla tej fazy oraz obliczenie sumy dla wszystkich faz. Współczynniki wagowe dla odpowiedniego cyklu należy zaczerpnąć z załącznika XVII dodatek 1.

7.1. Obliczanie wielkości emisji w oparciu o masę

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VII sekcja 2, poza przypadkami określonymi w niniejszym punkcie.

7.1.1. Korekta ze stanu suchego na mokry

7.1.1.1. Nierozcieńczone gazy spalinowe

Do obliczenia korekty ze stanu suchego na mokry wykorzystuje się równania (7-3) i (7-4) w załączniku VII.

Parametry specyficzne dla danego paliwa ustala się zgodnie z pkt 7.1.5.

7.1.1.2. Rozcieńczone gazy spalinowe

Do obliczenia współczynnika korekcji ze stanu suchego na mokry wykorzystuje się równanie (7-3) oraz (7-25) lub (7-26) w załączniku VII.

Stosunek molowy wodoru α w połączeniu dwóch paliw wykorzystuje się do określenia korekty ze stanu suchego na mokry. Ten stosunek molowy wodoru oblicza się na podstawie wartości pomiaru zużycia obu paliw, zgodnie z pkt 7.1.5.

7.1.2. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność

Należy zastosować korektę NO_x ze względu na wilgotność dla silników o zapłonie samoczynnym, jak określono w równaniu (7-9) w załączniku VII.

7.1.3. Częściowe rozcieńczanie przepływu spalin (PFS) i pomiar gazów nierozcieńczonych

7.1.3.1. Oznaczanie masowego przepływu gazów spalinowych

Masowy przepływ gazów spalinowych określa się za pomocą przepływomierza spalin nierozcieńczonych, o którym mowa w załączniku VI pkt 9.4.5.3.

▼B

Alternatywnie można stosować metodę pomiaru przepływu powietrza i stosunku ilości powietrza do paliwa zgodnie z równaniami od (7-17) do (7-19) w załączniku VII tylko wtedy, gdy wartości α, γ, δ i ε są określone zgodnie z pkt 7.1.5.3. Stosowanie czujnika z dwutlenkiem cyrkonu do określenia stosunku ilości powietrza do paliwa jest niedozwolone.

W przypadku badania silników podlegających cyklom badania w warunkach stałych za pomocą metody pomiaru powietrza i paliwa można oznaczyć tylko masowe natężenie przepływu gazów spalinowych zgodnie z równaniem (7-15) w załączniku VII.

7.1.3.2. Określanie składników gazowych

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VII pkt 2.1, poza przypadkami określonymi w niniejszym punkcie.

Ewentualna zmiana składu paliwa wpłynie na wszystkie współczynniki u_{gas} oraz stosunki molowe składników wykorzystane w obliczeniach wielkości emisji. Aby określić współczynniki u_{gas} oraz stosunki molowe składników, zależnie od decyzji producenta, należy wykorzystać jedno z następujących podejść:

a) do obliczenia chwilowych wartości u_{gas} z wykorzystaniem chwilowych proporcji paliwa ciekłego i gazowego (określonych w wyniku pomiaru chwilowego zużycia paliwa lub związanych z nim obliczeń) oraz chwilowych stosunków molowych składników określonych zgodnie z pkt 7.1.5 należy zastosować dokładne równania podane w załączniku VII pkt 2.1.5.2. lub 2.2.3; lub

b) jeżeli w konkretnym przypadku silnika dwupaliwowego zasilanego paliwem gazowym lub olejem napędowym stosuje się obliczenia oparte na masie określone w załączniku VII pkt 2, na potrzeby stosunków molowych składników i wartości u_{gas} można zastosować wartości stabelaryzowane. Powyższe wartości stabelaryzowane stosuje się w następujący sposób:

   (i) w przypadku silników pracujących w mającym zastosowanie cyklu badania ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wyższym niż lub równym 90 % (GER $\geq$ 0,9) wymagane wartości to wartości dla paliwa gazowego z tabeli 7.1 lub 7.2 w załączniku VII;

   (ii) w przypadku silników pracujących w mającym zastosowanie cyklu badania ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu wynoszącym 10–90 % (0,1 < GER < 0,9) uznaje się, że wymagane wartości odpowiadają wartościom dla mieszanki 50 % paliwa gazowego i 50 % oleju napędowego z tabeli 8.1 i 8.2;

   (iii) w przypadku silników pracujących w mającym zastosowanie cyklu badania ze średnim wskaźnikiem energetycznym gazu niższym niż lub równym 10 % (GER $\leq$ 0,1) wymagane wartości to wartości dla oleju napędowego z tabeli 7.1 lub 7.2 w załączniku VII;

   (iv) do obliczania emisji HC stosuje się wartość u_{gas} paliwa gazowego we wszystkich przypadkach, niezależnie od średniego wskaźnika energetycznego gazu (GER).

▼B

Tabela 8.1

Stosunki molowe składników dla mieszanki 50 % paliwa gazowego i 50 % oleju napędowego (% wagowo)

Paliwo gazowe	α	γ	δ	ε
CH_4	2,8681	0	0	0,0040
G_R	2,7676	0	0	0,0040
G_{23}	2,7986	0	0,0703	0,0043
G_{25}	2,7377	0	0,1319	0,0045
Propan	2,2633	0	0	0,0039
Butan	2,1837	0	0	0,0038
LPG	2,1957	0	0	0,0038
LPG paliwo A	2,1740	0	0	0,0038
LPG paliwo B	2,2402	0	0	0,0039

7.1.3.2.1. Masa na dane badanie emisji gazowych

▼M2

W przypadku gdy do obliczenia wartości chwilowych u_{gas} zgodnie z pkt 7.1.3.2 lit. a) stosowane są dokładnie te same równania, obliczając masę na dane badanie emisji gazowych w odniesieniu do cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) i do badań RMC, wartości u_{gas} należy uwzględnić w sumie w równaniu (7-2) przedstawionym w załączniku VII pkt 2.1.2 za pomocą równania (8-1):

▼B

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{N} (u_{gas,i} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \qquad (8\text{-}1)$$

gdzie:

$u_{gas,i}$ oznacza wartość chwilową u_{gas}

Pozostałe terminy zawarte w tym równaniu przedstawiono w załączniku VII pkt 2.1.2.

Tabela 8.2

Wartości u_{gas} i gęstości składników dla nierozcieńczonych gazów spalinowych dla mieszanki 50 % paliwa gazowego i 50 % oleju napędowego (% masy)

Paliwo gazowe	Gaz						
	ρ_e	NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				ρ_{gaz} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	([a])	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} ([b])			
CNG/LNG ([c])	1,2786	0,001606	0,000978	0,000528 ([d])	0,001536	0,001117	0,000560
Propan	1,2869	0,001596	0,000972	0,000510	0,001527	0,001110	0,000556
Butan	1,2883	0,001594	0,000971	0,000503	0,001525	0,001109	0,000556
LPG ([e])	1,2881	0,001594	0,000971	0,000506	0,001525	0,001109	0,000556

([a]) W zależności od paliwa.
([b]) Przy λ = 2, suchym powietrzu, 273 K, 101,3 kPa.
([c]) u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C = 58 – 76 %; H = 19 – 25 %; N = 0 – 14 % (CH_4, G_{20}, G_{23}, oraz G_{25}).
([d]) NMHC na podstawie $CH_{2,93}$ (dla całości HC należy zastosować współczynnik u_{gas} wynoszący CH_4).
([e]) u z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C_3 = 27 – 90 %; C4 = 10 – 73 % (paliwa LPG A i B).

▼B

7.1.3.3. Określenie emisji cząstek stałych

Przy ustalaniu emisji cząstek stałych metodą pomiaru częściowego rozcieńczania obliczenia przeprowadza się zgodnie z równaniami w załączniku VII pkt 2.3.

▼M2

Przy sprawdzaniu stosunku rozcieńczenia mają zastosowanie wymogi określone w załączniku VI pkt 8.2.1.2. W szczególności jeżeli połączony czas przekształcenia pomiaru przepływu gazów spalinowych i układu rozcieńczania przepływu częściowego przekracza 0,3 s, stosuje się sterowanie antycypacyjne opierające się na uprzednio zarejestrowanym przebiegu próbnym. W takim przypadku połączony czas narastania powinien wynosić ≤ 1 s, a połączone opóźnienie ≤ 10 s. Do określenia masowego przepływu gazów spalinowych stosuje się wartości α, γ, δ oraz ε wyznaczone zgodnie z pkt 7.1.5.3, z wyjątkiem przypadków, kiedy masowy przepływ gazów spalinowych mierzony jest bezpośrednio.

▼B

Dla każdego pomiaru należy przeprowadzić kontrolę jakości zgodnie z załącznikiem VI pkt 8.2.1.2.

7.1.3.4. Wymagania dodatkowe dotyczące przepływomierza masowego gazów spalinowych

►M2 Przepływomierz, o którym mowa w pkt 9.4.5.3 i 9.4.5.4 załącznika VI, nie może być czuły na zmiany w składzie i gęstości gazów spalinowych. ◄ Drobne błędy związane np. z zastosowaniem rurki Pitota lub kryzy pomiarowej (odpowiednik pierwiastka kwadratowego gęstości gazów spalinowych) można pominąć.

7.1.4. Pomiar pełnego rozcieńczania przepływu spalin (CVS)

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VII pkt 2.2, poza przypadkami określonymi w niniejszym punkcie.

Ewentualna zmiana składu paliwa wpłynie głównie na obliczenie wartości stabelaryzowanej u_{gas} węglowodorów. Dokładne równania należy stosować do obliczania emisji węglowodorów, wykorzystując stosunki molowe składników określone na podstawie pomiarów zużycia obu paliw, zgodnie z pkt 7.1.5.

▼M2

7.1.4.1. Wyznaczanie stężeń skorygowanych o stężenie tła

▼B

Aby określić stałą stechiometryczną, stosunek molowy wodoru α w paliwie oblicza się jako średni stosunek molowy wodoru mieszaniny paliw podczas badania, zgodnie z pkt 7.1.5.3.

Alternatywnie w równaniu (7-28) w załączniku VII można wykorzystać wartość F_s paliwa gazowego.

7.1.5. Określanie stosunków molowych składników

7.1.5.1. Uwagi ogólne

Niniejszy punkt stosuje się przy określaniu stosunków molowych składników, jeżeli znany jest udział paliw w mieszance (metoda dokładna).

▼M2

7.1.5.2. Obliczanie udziału składników w mieszance paliw

Do obliczenia składu pierwiastkowego mieszanki paliw stosuje się równania od (8-2) do (8-7):

▼M2

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8\text{-}2)$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}3)$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}4)$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}5)$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}6)$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}7)$$

gdzie:

q_{mf1} to masowe natężenie przepływu paliwa 1 [kg/s]

q_{mf2} to masowe natężenie przepływu paliwa 2 [kg/s]

w_H to zawartość wodoru w paliwie [% wag.]

w_C to zawartość węgla w paliwie [% wag.]

w_S to zawartość siarki w paliwie [% wag.]

w_N to zawartość azotu w paliwie [% wag.]

w_O to zawartość tlenu w paliwie [% wag.]

7.1.5.3. Obliczanie stosunków molowych H, C, S, N oraz O w odniesieniu do C dla mieszanki paliw

Obliczanie stosunków masy atomowej (szczególnie stosunku H/C α) opisano w załączniku VII za pomocą równań od (8-8) do (8-11):

$$\alpha = 11{,}9164 \cdot \frac{w_H}{w_C} \quad (8\text{-}8)$$

$$\gamma = 0{,}37464 \cdot \frac{w_S}{w_C} \quad (8\text{-}9)$$

$$\delta = 0{,}85752 \cdot \frac{w_N}{w_C} \quad (8\text{-}10)$$

$$\varepsilon = 0{,}75072 \cdot \frac{w_O}{w_C} \quad (8\text{-}11)$$

gdzie:

w_H to zawartość wodoru w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]

w_C to zawartość węgla w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]

w_S to zawartość siarki w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]

w_N to zawartość azotu w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]

w_O to zawartość tlenu w paliwie, ułamek masowy [g/g] lub [% wag.]

α to stosunek molowy wodoru (H/C)

γ to stosunek molowy siarki (S/C)

δ to stosunek molowy azotu (N/C)

ε to stosunek molowy tlenu (O/C)

w odniesieniu do paliwa o wzorze chemicznym $CH\alpha O\varepsilon N\delta S\gamma$

▼B

7.2. Obliczanie wielkości emisji w oparciu o podejście molowe

Zastosowanie mają przepisy określone w załączniku VII sekcja 3, poza przypadkami określonymi w niniejszym punkcie.

7.2.1. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność

Należy zastosować równanie (7-102) w załączniku VII (korekta dla silników z zapłonem samoczynnym).

7.2.2. Określenie masowego przepływu gazów spalinowych bez pomocy przepływomierza nierozcieńczonych gazów spalinowych

Należy zastosować równanie (7-112) w załączniku VII (obliczenie molowego natężenia przepływu w oparciu o powietrze dolotowe). Alternatywnie można zastosować równanie (7-113) w załączniku VII (obliczenie molowego natężenia przepływu w oparciu o masowe natężenie przepływu paliwa) wyłącznie do celów przeprowadzenia badania NRSC.

7.2.3. Stosunki molowe składników do określenia składników gazowych

To samo podejście stosuje się do określenia stosunków molowych składników z wykorzystaniem chwilowych proporcji paliwa ciekłego i gazowego określonych w wyniku pomiaru chwilowego zużycia paliwa lub związanych z nim obliczeń. ►**M2** Chwilowe stosunki molowe składników należy wstawić do równań (7-88), (7-90) i (7-91) w załączniku VII na potrzeby przeprowadzenia ciągłego bilansu chemicznego. ◄

Stosunki te należy określić zgodnie z pkt 7.2.3.1 albo 7.1.5.3.

Paliwa gazowe, zmieszane albo pochodzące z rurociągu naziemnego, mogą zawierać istotne ilości składników obojętnych, takich jak CO_2 i N_2. Producent uwzględnia te składniki w obliczeniach dotyczących stosunku atomowego, opisanych odpowiednio w pkt 7.2.3.1. lub 7.1.5.3, lub ewentualnie producent wyklucza składniki obojętne ze stosunków atomowych i przydziela je odpowiednio do parametrów powietrza dolotowego bilansu chemicznego x_{O2int}, x_{CO2int} oraz x_{H2Oint} w załączniku VII pkt 3.4.3.

7.2.3.1. Określanie stosunków molowych składników

Chwilowe stosunki molowe składników liczby atomów wodoru, tlenu, siarki i azotu do atomów węgla w paliwie mieszanym dla silników dwupaliwowych można obliczyć za pomocą równań (8-12) do (8-15):

$$\alpha(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{H,gas})]}{M_H \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{O,gas})]}{M_O \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{S,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{S,gas})]}{M_S \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{N,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{N,gas})]}{M_N \times [(\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}15)$$

gdzie:

$w_{i,fuel}$ = ułamek masowy danego pierwiastka, C, H, O, S, lub N, paliwa ciekłego lub gazowego;

▼B

$\dot{m}_{liquid}(t)$ = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa ciekłego w czasie t, [kg/h];

$\dot{m}_{gas}$ (t) = chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa gazowego w czasie t, [kg/h];

▼M2

W przypadku gdy masowe natężenie przepływu gazów spalinowych oblicza się na podstawie przepływu paliwa mieszanego, w_C w równaniu (7-113) w załączniku VII należy obliczyć za pomocą równania (8-16):

▼B

$$w_{\,C} = \frac{\dot{m}_{\,liquid} \times w_{\,C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{\,liquid} + \dot{m}_{gas}} \qquad (8\text{-}16)$$

gdzie:

w_C = ułamek masowy węgla w oleju napędowym lub paliwie gazowym;

$\dot{m}_{liquid}$ = masowe natężenie przepływu paliwa ciekłego [kg/h];

$\dot{m}_{gas}$ = masowe natężenie przepływu paliwa gazowego [kg/h].

7.3. Określanie poziomu CO_2

Załącznik VII ma zastosowanie z wyjątkiem przypadku, gdy silnik badany jest w cyklach badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) lub w ramach badań RMC z wykorzystaniem próbek gazów nierozcieńczonych.

7.3.1. Określanie poziomu CO_2 w przypadku badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) lub badań RMC z wykorzystaniem próbek gazów nierozcieńczonych

Obliczenia emisji CO_2 na podstawie pomiaru CO_2 z gazów spalinowych zgodnie z załącznikiem VII nie mają zastosowania. W zamian stosuje się następujące przepisy:

Zmierzone uśrednione w ramach badania zużycie paliwa określa się na podstawie sumy wartości chwilowych z całego cyklu i wykorzystuje się jako podstawę do obliczenia emisji CO_2 uśrednionych w ramach badania.

Masę każdego zużytego paliwa wykorzystuje się do określenia, zgodnie z pkt 7.1.5, stosunku molowego wodoru w paliwie oraz udziału masowego paliw w ogólnej ilości paliwa w badaniu.

Całkowitą skorygowaną masę paliwa obydwu paliw $m_{\mathrm{fuel,corr}}$ [g/badanie] oraz emisję masową CO_2 z paliwa $m_{\mathrm{CO2,\ fuel}}$ [g/badanie] określa się za pomocą równań (8-17) i (8-18).

$$m_{\ \mathrm{fuel,corr}} = m_{\ \mathrm{fuel}} - \left(m_{\ \mathrm{THC}} + \frac{A_{\ \mathrm{C}} + a \cdot A_{\ \mathrm{H}}}{M_{\ \mathrm{CO}}} x m_{\ \mathrm{CO}} + \frac{W_{\ GAM} + W_{\ DEL} + W_{\ \mathrm{EPS}}}{100} \cdot m_{\ \mathrm{fuel}} \right) \qquad (8\text{-}17)$$

$$m_{\ \mathrm{CO_2 fuel}} = \frac{M_{\ \mathrm{CO_2}}}{A_{\ \mathrm{C}} + a + A_{\ \mathrm{H}}} \cdot m_{\ \mathrm{fuel,corr}} \qquad (8\text{-}18)$$

gdzie:

m_{fuel} = łączna masa obu paliw, [g/badanie]

m_{THC} = masa łącznej emisji węglowodorów w gazach spalinowych, [g/badanie]

m_{CO} = masa emisji tlenku węgla w gazach spalinowych, [g/badanie]

▼B

w_{GAM} = zawartość siarki w paliwach, [% wag.]

w_{DEL} = zawartość azotu w paliwach, [% wag.]

w_{EPS} = zawartość tlenu w paliwie, [% wag.]

α = stosunek molowy wodoru w paliwie (H/C) [-]

A_C = masa atomowa węgla: 12,011 [g/mol]

A_H = masa atomowa wodoru: 1,0079 [g/mol]

M_{CO} = masa cząsteczkowa tlenku węgla: 28,011 [g/mol]

M_{CO2} = masa cząsteczkowa dwutlenku węgla: 44,01 [g/mol]

Emisje CO_2 pochodzące z mocznika $m_{CO2,urea}$ [g/badanie] oblicza się za pomocą równania (8-19):

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (8\text{-}19)$$

gdzie:

c_{urea} = stężenie mocznika [%]

m_{urea} = łączne zużycie masy mocznika, [g/badanie]

$M_{CO(NH2)2}$ = masa cząsteczkowa mocznika: 60,056 [g/mol]

Następnie łączną emisję CO_2 m_{CO2} [g/badanie] oblicza się za pomocą równania (8-20):

$$m_{CO2} = m_{CO2,fuel} + m_{CO2,urea} \quad (8\text{-}20)$$

Łączną emisję CO_2 obliczoną za pomocą równania (8-20) wykorzystuje się do obliczenia jednostkowych emisji CO_2, e_{CO2} [g/kWh], o których mowa w załączniku VII pkt 2.4.1.1 lub 3.8.1.1. W stosownych przypadkach należy przeprowadzić korektę ze względu na CO_2 w gazach spalinowych powstałych z CO_2 w paliwie gazowym zgodnie z dodatkiem 3 do załącznika IX.

▼B

Dodatek 3

Typy silników dwupaliwowych zasilanych gazem ziemnym / biometanem lub gazem płynnym (LPG) i paliwem ciekłym – przedstawienie definicji i głównych wymogów

Typ silnika dwupaliwowego	GER_{cykl}	Praca na biegu jałowym przy zasilaniu paliwem ciekłym	Nagrzewanie przy zasilaniu paliwem ciekłym	Praca wyłącznie przy zasilaniu paliwem ciekłym	Praca w przypadku braku gazu	Uwagi
1A	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ lub $GER_{NRSC,} \geq 0{,}9$	NIEDOZWOLONA	Dozwolona wyłącznie w trybie serwisowym	Dozwolona wyłącznie w trybie serwisowym	Tryb serwisowy	
1B	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ lub $GER_{NRSC,} \geq 0{,}9$	Dozwolona wyłącznie w trybie zasilania paliwem ciekłym	Dozwolona wyłącznie w trybie zasilania paliwem ciekłym	Dozwolona wyłącznie w trybie wykorzystującym paliwo ciekłe i w trybie serwisowym	Tryb zasilania paliwem ciekłym	
2A	$0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$ lub $0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$	Dozwolona	Dozwolona wyłącznie w trybie serwisowym	Dozwolona wyłącznie w trybie serwisowym	Tryb serwisowy	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ lub $GER_{NRSC,} \geq 0{,}9$ Dozwolona
2B	$0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$ lub $0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$	Dozwolona	Dozwolona	Dozwolona	Tryb zasilania paliwem ciekłym	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$ lub $GER_{NRSC,} \geq 0{,}9$ dozwolona
3A	Nieokreślona i niedozwolona					
3B	$GER_{NRTC,\ hot} \leq 0{,}1$ lub $GER_{NRSC} \leq 0{,}1$	Dozwolona	Dozwolona	Dozwolona	Tryb zasilania paliwem ciekłym	

▼B

ZAŁĄCZNIK IX

Paliwa wzorcowe

1. **Dane techniczne dotyczące paliw dla badanych silników o zapłonie samoczynnym**

1.1. Typ: Olej napędowy (olej napędowy dla maszyn nieporuszających się po drogach)

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne (1)		Metoda badania
		minimum	maksimum	
Liczba cetanowa (2)		45	56,0	EN-ISO 5165
Gęstość przy 15 °C	kg/m^3	833	865	EN-ISO 3675
Destylacja:				
punkt 50 %	°C	245	–	EN-ISO 3405
punkt 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405
— – końcowa temperatura wrzenia	°C	—	370	EN-ISO 3405
Temperatura zapłonu	°C	55	–	EN 22719
CFPP	°C	—	-5	EN 116
Lepkość przy 40 °C	mm^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	% m/m	2,0	6,0	IP 391
Zawartość siarki (3)	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Badanie działania korodującego na płytkach z miedzi		—	klasa 1	EN-ISO 2160
Pozostałość po koksowaniu oznaczona metodą Conradsona (10 % DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Zawartość popiołu	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Zanieczyszczenie ogółem	mg/kg	—	24	EN 12662
Zawartość wody	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Liczba zobojętnienia (mocny kwas)	mg KOH/g	—	0,10	ASTM D 974
Stabilność oksydacyjna (3)	mg/ ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Smarowność (średnica śladu zużycia w badaniu HFRR w temp. 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Stabilność oksydacyjna przy 110 C (3)	H	20,0	—	EN 15751
FAME	% v/v	—	7,0	EN 14078

(1) Wartości podane w specyfikacjach są „wartościami rzeczywistymi”. Do ustalenia ich wartości granicznych zastosowano warunki normy ISO 4259 „Przetwory naftowe – Wyznaczanie i stosowanie precyzji metod badania”; przy ustalaniu wartości minimalnych uwzględniono minimalną różnicę 2R powyżej zera; przy ustalaniu wartości minimalnej i maksymalnej minimalna różnica to 4R (R = powtarzalność).
Bez uszczerbku dla powyższego środka, który jest niezbędny ze względów technicznych, producent paliw powinien jednak zmierzać do osiągnięcia wartości zerowej, w przypadku gdy ustalona maksymalna wartość wynosi 2R, i do średniej wartości w przypadku podania wartości minimalnych i maksymalnych. W razie zaistnienia konieczności ustalenia, czy paliwo odpowiada wymaganiom specyfikacji, stosuje się przepisy normy ISO 4259.

(2) Zakres liczby cetanowej nie jest zgodny z wymaganiem, aby minimalny zakres różnicy wynosił 4R. W przypadku wystąpienia sporu między dostawcą paliwa a użytkownikiem paliwa do jego rozstrzygnięcia można jednak zastosować warunki normy ISO 4259, pod warunkiem że przeprowadzi się pomiary wielokrotne, o liczebności wystarczającej do uzyskania niezbędnej dokładności zamiast jednego pomiaru.

(3) Nawet jeżeli stabilność oksydacyjna jest kontrolowana, okres przechowywania do użycia może być ograniczony. Należy zasięgnąć opinii dostawcy dotyczącej warunków przechowywania i przydatności do użycia.

▼B

1.2. Typ: Alkohol etylowy do specjalnych silników o zapłonie samoczynnym (ED95) ([1])

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ([2])		Metoda badania ([3])
		Minimum	Maksimum	
Alkohol łącznie (alkohol etylowy wraz z zawartością bardziej nasyconych alkoholi)	% m/m	92,4		EN 15721
Inne bardziej nasycone monoalkohole (C_3-C_5)	% m/m		2,0	EN 15721
Metanol	% m/m		0,3	EN 15721
Gęstość 15 °C	kg/m^3	793,0	815,0	EN ISO 12185
Kwasowość w przeliczeniu na kwas octowy	% m/m		0,0025	EN 15491
Wygląd		Jasny i przejrzysty		
Temperatura zapłonu	°C	10		EN 3679
Suche pozostałości	mg/kg		15	EN 15691
Zawartość wody	% m/m		6,5	EN 15489 ([4]) EN-ISO 12937 EN15692
Aldehydy w przeliczeniu na aldehyd octowy	% m/m		0,0050	ISO 1388-4
Estry w przeliczeniu na octan etylu	% m/m		0,1	ASTM D1617
Zawartość siarki	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Siarczany	mg/kg		4,0	EN 15492
Zanieczyszczenie cząstkami stałymi	mg/kg		24	EN 12662
Fosfor	mg/l		0,20	EN 15487
Chlorek nieorganiczny	mg/kg		1,0	EN 15484 lub EN 15492
Miedź	mg/kg		0,100	EN 15488
Przewodność elektryczna	µS/cm		2,50	DIN 51627-4 lub prEN 15938

Uwagi:

([1]) O ile nie są znane negatywne skutki uboczne, paliwo – alkohol etylowy można uszlachetniać dodatkami takimi jak cetanowy dodatek uszlachetniający wskazany przez producenta silnika. W przypadku spełnienia tych warunków największa dopuszczalna ilość wynosi 10 % m/m.

([2]) Wartości podane w specyfikacjach są „wartościami rzeczywistymi”. Do ustalenia ich wartości granicznych zastosowano warunki normy ISO 4259 „Przetwory naftowe – Wyznaczanie i stosowanie precyzji metod badania”; przy ustalaniu wartości minimalnych uwzględniono minimalną różnicę 2R powyżej zera; przy ustalaniu wartości minimalnej i maksymalnej minimalna różnica to 4R (R = powtarzalność). Bez uszczerbku dla powyższego środka, który jest niezbędny ze względów technicznych, producent paliw musi jednak zmierzać do osiągnięcia wartości zerowej, w przypadku gdy ustalona maksymalna wartość wynosi 2R, i do średniej wartości w przypadku podania wartości minimalnych i maksymalnych. W razie zaistnienia konieczności ustalenia, czy paliwo odpowiada wymaganiom specyfikacji, stosuje się przepisy normy ISO 4259.

([3]) Metody równoważne EN/ISO zostaną przyjęte, gdy zostaną wydane dla wymienionych powyżej właściwości.

([4]) W razie zaistnienia konieczności ustalenia, czy paliwo odpowiada wymaganiom specyfikacji, stosuje się przepisy normy EN 15489.

▼B

2. **Dane techniczne dotyczące paliw dla badanych silników o zapłonie iskrowym**

2.1. Typ: Benzyna (E10)

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ([1])		Metoda badania ([2])
		Minimum	Maksimum	
Badawcza liczba oktanowa, RON		91,0	98,0	EN ISO 5164: 2005 ([3])
Motorowa liczba oktanowa, MON		83,0	89,0	EN ISO 5163: 2005 ([3])
Gęstość przy 15 °C	kg/m^3	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Prężność pary	kPa	45,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Zawartość wody			Maks. 0,05 % v/v Wygląd przy – 7 °C: przejrzysty i jasny	EN 12937
Destylacja:				
— odparowanie przy 70 °C	% v/v	18,0	46,0	EN-ISO 3405
— odparowanie przy 100 °C	% v/v	46,0	62,0	EN-ISO 3405
— odparowanie przy 150 °C	% v/v	75,0	94,0	EN-ISO 3405
— końcowa temperatura wrzenia	°C	170	210	EN-ISO 3405
Pozostałość	% v/v	—	2,0	EN-ISO 3405
Analiza węglowodorów:				
— alkeny	% v/v	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
— węglowodory aromatyczne	% v/v	19,5	35,0	EN 14517 EN 15553
— benzen	% v/v	—	1,0	EN 12177 EN 238, EN 14517
— węglowodory nasycone	% v/v	Wartość podana		EN 14517 EN 15553
Stosunek węgiel/wodór		Wartość podana		
Stosunek węgiel/tlen		Wartość podana		
Okres indukcyjny ([4])	minuty	480		EN-ISO 7536
Zawartość tlenu ([5])	% m/m	3,3 ([8])	3,7	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Obecność gumy	mg/ ml	—	0,04	EN-ISO 6246

▼B

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ([1])		Metoda badania ([2])
		Minimum	Maksimum	
Zawartość siarki ([6])	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Badanie działania korodującego na płytkach z miedzi (3h w temp. 50 °C)	ocena	—	klasa 1	EN-ISO 2160
Zawartość ołowiu	mg/l	—	5	EN 237
Zawartość fosforu ([7])	mg/l	—	1,3	ASTM D 3231
Alkohol etylowy ([4])	% v/v	9,0 ([8])	10,2 ([8])	EN 22854

Uwagi:

([1]) Wartości podane w specyfikacjach są „wartościami rzeczywistymi". Do ustalenia ich wartości granicznych zastosowano warunki normy ISO 4259 „Przetwory naftowe – Wyznaczanie i stosowanie precyzji metod badania"; przy ustalaniu wartości minimalnych uwzględniono minimalną różnicę 2R powyżej zera; przy ustalaniu wartości minimalnej i maksymalnej minimalna różnica to 4R (R = powtarzalność). Bez uszczerbku dla powyższego środka, który jest niezbędny ze względów technicznych, producent paliw musi jednak zmierzać do osiągnięcia wartości zerowej, w przypadku gdy ustalona maksymalna wartość wynosi 2R, i do średniej wartości w przypadku podania wartości minimalnych i maksymalnych. W razie zaistnienia konieczności ustalenia, czy paliwo odpowiada wymaganiom specyfikacji, stosuje się przepisy normy ISO 4259.

([2]) Metody równoważne EN/ISO zostaną przyjęte, gdy zostaną wydane dla wymienionych powyżej właściwości.

([3]) W celu obliczenia końcowego wyniku odejmuje się współczynnik korekcji wynoszący 0,2 dla MON i RON zgodnie z normą EN 228:2008.

([4]) Paliwo może zawierać inhibitory utleniania i dezaktywatory metalu normalnie wykorzystywane do stabilizowania strumieni benzyny w rafineriach, ale nie można dodawać do niego detergentów / dodatków dyspersyjnych ani olejów rozpuszczalnikowych.

([5]) Alkohol etylowy spełniający wymagania specyfikacji EN 15376 jest jedynym związkiem tlenowym, który celowo dodaje się do paliwa wzorcowego.

([6]) Należy podać rzeczywistą zawartość siarki w paliwie wykorzystywanym do badania typu 1.

([7]) Do tego paliwa wzorcowego nie należy celowo dodawać związków zawierających fosfor, żelazo, mangan lub ołów.

([8]) Zawartość alkoholu etylowego i odpowiednia zawartość tlenu mogą wynosić zero dla silników kategorii SMB zależnie od decyzji producenta. W tym przypadku wszelkie badania rodziny silników lub typu silnika, jeżeli nie należy on do żadnej rodziny, należy przeprowadzać z zastosowaniem benzyny o zerowej zawartości alkoholu etylowego.

2.2. Typ: Alkohol etylowy (E85)

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ([1])		Metoda badania
		Minimum	Maksimum	
Badawcza liczba oktanowa, RON		95,0	—	EN ISO 5164
Motorowa liczba oktanowa, MON		85,0	—	EN ISO 5163
Gęstość przy 15 °C	kg/m^3	Wartość podana		ISO 3675
Prężność pary	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Zawartość siarki ([2])	mg/kg	—	10	EN 15485 lub EN 15486
Stabilność oksydacyjna	Minuty	360		EN ISO 7536
Istniejąca zawartość gumy (po zmyciu rozpuszczalnika)	mg/100ml	—	5	EN-ISO 6246
Wygląd Ustala się w temperaturze otoczenia lub w temperaturze 15 °C, w zależności od tego, która jest wyższa		Przejrzysty i jasny płyn, niezawierający widocznych gołym okiem zawieszonych lub wytrąconych substancji zanieczyszczających		Oględziny

▼B

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne (1)		Metoda badania
		Minimum	Maksimum	
Alkohol etylowy i wyższe alkohole (3)	% v/v	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Alkohole wyższe (C_3-C_8)	% v/v	—	2,0	E DIN 51627-3
Metanol	% v/v		1,00	E DIN 51627-3
Benzyna (4)	% v/v	Równowaga		EN 228
Fosfor	mg/l	0,20 (5)		EN 15487
Zawartość wody	% v/v		0,300	EN 15489 lub EN 15692
Zawartość chlorku nieorganicznego	mg/l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Korozja paska miedzianego (3h w temp. 50 °C)	Ocena	klasa 1		EN ISO 2160
Kwasowość (w przeliczeniu na kwas octowy CH_3COOH)	% m/m (mg/l)	—	0,0050 (40)	EN 15491
Przewodność elektryczna	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 lub prEN 15938
Stosunek węgiel/wodór		Wartość podana		
Stosunek węgiel/tlen		Wartość podana		

Uwagi:

(1) Wartości podane w specyfikacjach są „wartościami rzeczywistymi". Do ustalenia ich wartości granicznych zastosowano warunki normy ISO 4259 „Przetwory naftowe – Wyznaczanie i stosowanie precyzji metod badania"; przy ustalaniu wartości minimalnych uwzględniono minimalną różnicę 2R powyżej zera; przy ustalaniu wartości minimalnej i maksymalnej minimalna różnica to 4R (R = powtarzalność). Bez uszczerbku dla powyższego środka, który jest niezbędny ze względów technicznych, producent paliw musi jednak zmierzać do osiągnięcia wartości zerowej, w przypadku gdy ustalona maksymalna wartość wynosi 2R, i do średniej wartości w przypadku podania wartości minimalnych i maksymalnych. W razie zaistnienia konieczności ustalenia, czy paliwo odpowiada wymaganiom specyfikacji, stosuje się przepisy normy ISO 4259.

(2) Należy podać rzeczywistą zawartość siarki w paliwie wykorzystanym do badania emisji.

(3) Alkohol etylowy spełniający wymagania specyfikacji EN 15376 jest jedynym związkiem tlenowym, który należy celowo dodać do paliwa wzorcowego.

(4) Zawartość benzyny bezołowiowej można określić jako 100 minus suma procentowej zawartości wody, alkoholi, MTBE i ETBE.

(5) Do tego paliwa wzorcowego nie należy celowo dodawać związków zawierających fosfor, żelazo, mangan lub ołów.

3. **Dane techniczne dotyczące paliw gazowych dla badanych silników jedno- lub dwupaliwowych**

3.1. Typ: LPG

Parametr	Jednostka	Paliwo A	Paliwo B	Metoda badania
Skład:				EN 27941
Zawartość C_3	% v/v	30 ± 2	85 ± 2	
Zawartość C_4	% v/v	Równowaga (1)	Równowaga (1)	
$< C_3$, $> C_4$	% v/v	Maksymalnie 2	Maksymalnie 2	

▼B

Parametr	Jednostka	Paliwo A	Paliwo B	Metoda badania
Alkeny	% v/v	Maksymalnie 12	Maksymalnie 15	
Pozostałości po odparowaniu	mg/kg	Maksymalnie 50	Maksymalnie 50	EN 15470
Woda w temp. 0 °C		Bez	Bez	EN 15469
Całkowita zawartość siarki łącznie ze środkiem zapachowym	mg/kg	Maksymalnie 10	Maksymalnie 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Siarkowodór		Brak	Brak	EN ISO 8819
Korozja paska miedzianego (1h w temp. 40 °C)	Ocena	klasa 1	klasa 1	ISO 6251 (2)
Zapach		Charaktery-styczny	Charaktery-styczny	
Motorowa liczba oktanowa (3)		Minimalnie 89,0	Minimalnie 89,0	EN 589 załącznik B

Uwagi:

(1) Równowagę rozumie się w następujący sposób: równowaga = 100 – C_3 – < C_3 – > C_4.
(2) Dokładne ustalenie obecności materiałów korodujących przy zastosowaniu tej metody może okazać się niemożliwe, jeżeli próbka zawiera inhibitory korozji lub inne substancje chemiczne zmniejszające działanie korozyjne na pasku miedzianym. W związku z tym zakazuje się dodawania takich związków wyłącznie dla zakłócenia metody badania.
(3) Na żądanie producenta silnika w celu przeprowadzenia badań homologacji typu można zastosować wyższą motorową liczbę oktanową.

3.2. Typ: Gaz ziemny / biometan

3.2.1. Specyfikacja paliw wzorcowych posiadających stałe właściwości (np. ze szczelnie zamkniętego pojemnika)

Zamiast paliw wzorcowych określonych w niniejszym punkcie można zastosować paliwa równoważne określone w pkt 3.2.2.

Właściwości	Jednostki	Baza	Wartości graniczne		Metoda badania
			minimum	maksimum	
Paliwo wzorcowe G_R					
Skład:					
Metan		87	84	89	
Etan		13	11	15	
Równowaga (1)	% moli	—	—	1	ISO 6974
Zawartość siarki	mg/m^3 (2)	—		10	ISO 6326-5

Uwagi:
(1) Gazy obojętne + C_{2+}
(2) Wartość tę należy wyznaczyć w warunkach normalnych 293,2 K (20 °C) i przy ciśnieniu 101,3 kPa.

Paliwo wzorcowe G_{23}					
Skład:					
Metan		92,5	91,5	93,5	
Równowaga (1)	% moli	—	—	1	ISO 6974
N_2	% moli	7,5	6,5	8,5	

▼B

Właściwości	Jednostki	Baza	Wartości graniczne		Metoda badania
			minimum	maksimum	
Zawartość siarki	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Uwagi:
(1) Gazy obojętne (inne niż N_2) + C_2 + C_{2+}
(2) Wartość tę należy wyznaczyć w temperaturze 293,2 K (20 °C) i przy ciśnieniu 101,3 kPa.

Paliwo wzorcowe G_{25}

Skład:					
Metan	% moli	86	84	88	
Równowaga (1)	% moli	—	—	1	ISO 6974
N_2	% moli	14	12	16	
Zawartość siarki	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Uwagi:
(1) Gazy obojętne (inne niż N_2) + C_2 + C_{2+}
(2) Wartość tę należy wyznaczyć w temperaturze 293,2 K (20 °C) i przy ciśnieniu 101,3 kPa.

Paliwo wzorcowe G_{20}

Skład:					
Metan	% moli	100	99	100	ISO 6974
Równowaga (1)	% moli	—	—	1	ISO 6974
N_2	% moli				ISO 6974
Zawartość siarki	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5
Liczba Wobbego (netto)	MJ/m^3 (3)	48,2	47,2	49,2	

(1) Gazy obojętne (inne niż N_2) + C_2 + C_2+.
(2) Wartość tę należy wyznaczyć w temperaturze 293,2 K (20 °C) i przy ciśnieniu 101,3 kPa.
(3) Wartość tę należy wyznaczyć w temperaturze 273,2 K (0 °C) i przy ciśnieniu 101,3 kPa.

3.2.2. Specyfikacja dla paliw wzorcowych dostarczanych przez rurociąg z domieszką innych gazów o właściwościach gazu określanych w wyniku pomiaru na miejscu

Zamiast paliw wzorcowych określonych w niniejszym punkcie można zastosować równoważne paliwa wzorcowe określone w pkt 3.2.1.

3.2.2.1. Podstawą każdego paliwa wzorcowego z rurociągu (G_R, G_{20} itd.) jest gaz pozyskany z systemu dystrybucyjnego gazu użytkowego, w stosownych przypadkach zmieszany, aby spełniał odpowiednią specyfikację zmiany lambda (S_λ) w tabeli 9.1, z domieszką co najmniej jednego z następujących gazów dostępnych na rynku (1):

a) dwutlenek węgla;

b) etan;

c) metan;

d) azot;

e) propan.

(1) Do tego celu nie wymaga się stosowania gazu wzorcowego.

▼B

3.2.2.2. Wartość S_λ powstałej mieszanki gazu z gazociągu oraz gazu z domieszką mieści się w zakresie określonym w tabeli 9.1 dla określonego paliwa wzorcowego.

Tabela 9.1

Wymagany zakres S_λ dla każdego paliwa wzorcowego

Paliwo wzorcowe	Minimalne S_λ	Maksymalne S_λ
G_R ([1])	0,87	0,95
G_{20}	0,97	1,03
G_{23}	1,05	1,10
G_{25}	1,12	1,20

([1]) Nie wymaga się badania silnika podczas zasilania mieszanką gazów o liczbie metanowej (MN) mniejszej niż 70. W przypadku gdy wymagany zakres S_λ dla G_R skutkowałby MN mniejszą niż 70, wartość S_λ dla G_R można dostosować w razie potrzeby do momentu osiągnięcia wartości MN wynoszącej co najmniej 70.

3.2.2.3. Sprawozdanie z badań silnika w przypadku każdego badania zawiera następujące informacje:

a) gazy z domieszką wybrane z wykazu w pkt 3.2.2.1;

b) wartość S_λ dla otrzymanej mieszanki paliw;

c) liczba metanowa (MN) otrzymanej mieszanki paliw.

3.2.2.4. Należy spełnić wymogi określone w dodatkach 1 i 2 w odniesieniu do określenia właściwości gazów z gazociągu i gazów z domieszką, określenia S_λ i MN dla otrzymanej mieszanki gazów oraz weryfikacji, czy mieszankę tę utrzymywano podczas badania.

3.2.2.5. W przypadku gdy co najmniej jeden ze strumieni gazu (gaz z gazociągu lub gazy z domieszką) zawiera CO_2 w proporcji większej niż proporcja znikoma, należy dokonać korekty obliczeń jednostkowej emisji CO_2 w załączniku VII zgodnie z dodatkiem 3.

▼B

Dodatek 1

Dodatkowe wymogi dotyczące przeprowadzania badań emisji z zastosowaniem gazowych paliw wzorcowych składających się z gazu z gazociągu z domieszką innych gazów

1. **Metoda analizy gazów i pomiar przepływu gazów**

1.1. Do celów niniejszego dodatku, jeżeli jest to wymagane, skład gazu należy określić za pomocą analizy gazu z zastosowaniem chromatografii gazowej zgodnie z EN ISO 6974 lub za pomocą alternatywnej techniki, która pozwoli osiągnąć podobny poziom dokładności i powtarzalności.

1.2. Do celów niniejszego dodatku, jeżeli jest to wymagane, pomiaru gazu należy dokonać z zastosowaniem przepływomierza opartego na masie.

2. **Analiza i natężenie przepływu doprowadzanej dostawy gazu użytkowego**

2.1. Należy dokonać analizy składu dostarczonego gazu użytkowego przed analizą systemu mieszania domieszki.

2.2. Należy dokonać pomiaru natężenia przepływu gazu użytkowego doprowadzanego do systemu mieszania domieszki.

3. **Analiza i natężenie przepływu domieszki**

3.1. Jeżeli mające zastosowanie świadectwo analizy dla domieszki (na przykład wydane przez dostawcę gazu) jest dostępne, świadectwo to może stanowić źródło informacji na temat składu tej domieszki. W takim przypadku analiza składu tej domieszki na miejscu jest dozwolona, lecz nie jest wymagana.

3.2. Jeżeli świadectwo analizy dla domieszki nie jest dostępne, należy dokonać analizy składu tej domieszki.

3.3. Należy dokonać pomiaru natężenia przepływu każdej domieszki doprowadzanej do systemu mieszania domieszki.

4. **Analiza gazu zmieszanego**

4.1. Dodatkowo lub alternatywnie do analizy wymaganej w pkt 2.1 i 3.1 zezwala się na przeprowadzenie analizy składu gazu dostarczanego do silnika po opuszczeniu systemu mieszania domieszki, lecz analiza ta nie jest wymagana.

5. **Obliczanie S_λ i MN gazu zmieszanego**

5.1. Do obliczenia MN zgodnie z EN 16726:2015 należy zastosować wyniki analizy gazu zgodnie z pkt 2.1, 3.1 lub 3.2 oraz, w stosownych przypadkach, 4.1, wraz z przepływem masowym gazu zmierzonym zgodnie z pkt 2.2 i 3.3. Do obliczenia S_λ zgodnie z procedurą określoną w dodatku 2 należy wykorzystać ten sam zestaw danych.

6. **Kontrola i weryfikacja mieszanki gazów podczas badania**

6.1. Podczas badania należy przeprowadzić kontrolę i weryfikację mieszanki gazów z zastosowaniem układu kontroli o obiegu otwartym lub zamkniętym.

6.2. Układ kontroli mieszanki o obiegu otwartym

6.2.1. W takim przypadku analizy gazu, pomiary przepływu i obliczenia, o których mowa w pkt 1, 2, 3 i 4, należy przeprowadzić przed badaniem emisji.

6.2.2. Należy określić proporcję gazu użytkowego i domieszki (domieszek) w celu zapewnienia, aby wartość S_λ mieściła się w dozwolonym zakresie dla odpowiedniego paliwa wzorcowego w tabeli 9.1.

▼B

6.2.3. Określone względne proporcje należy zachować przez całe badanie emisji. Aby zachować względne proporcje, zezwala się na dostosowanie poszczególnych wartości natężenia przepływu.

6.2.4. Jeżeli zakończono badanie emisji, należy powtórzyć analizę gazu, pomiary przepływu i obliczenia określone w pkt 2, 3, 4 i 5. Aby badanie można było uznać za ważne, wartość S_λ musi mieścić się w określonym zakresie dla odpowiedniego paliwa wzorcowego przedstawionym w tabeli 9.1.

6.3. Układ kontroli mieszanki o obiegu zamkniętym

6.3.1. W takim przypadku analizy składu gazu, pomiary przepływu i obliczenia określone w pkt 2, 3, 4 i 5 należy dokonać w odstępach czasu podczas badania emisji. Odstępy czasu należy ustalić z uwzględnieniem wydajności w zakresie częstotliwości chromatografu gazowego i odpowiedniego systemu obliczeniowego.

6.3.2. W celu dostosowania względnych proporcji gazu użytkowego i domieszki, aby utrzymać wartość S_λ w zakresie określonym w tabeli 9.1 dla danego paliwa wzorcowego, należy zastosować wyniki okresowych pomiarów i obliczeń. Częstotliwość dostosowań nie może przekraczać częstotliwości pomiaru.

6.3.3. Aby badanie można było uznać za ważne, wartość S_λ musi mieścić się w zakresie określonym w tabeli 9.1 dla danego paliwa wzorcowego w przypadku co najmniej 90 % punktów pomiarowych.

▼B

Dodatek 2

Obliczanie współczynnika zmiany λ (S_λ)

1. **Obliczanie**

Współczynnik zmiany λ (S_λ) ([1]) oblicza się za pomocą równania (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \quad (9\text{-}1)$$

gdzie:

S_λ = współczynnik zmiany λ

inert % = % udział objętościowy gazów obojętnych w paliwie (tj. N_2, CO_2, He itp.);

O^*_2 = % objętości pierwotnego tlenu w paliwie;

n oraz m = dotyczą uśrednionej wartości C_nH_m wyrażającej zawartość węglowodorów w paliwie, tj.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} + ..\right]\right]\right]}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} + ..\right]\right]}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}3)$$

gdzie:

CH_4 = % objętości metanu w paliwie;

C_2 = % objętości wszystkich węglowodorów C_2 (np. C_2H_6, C_2H_4, itp.) w paliwie;

C_3 = % objętości wszystkich węglowodorów C_3 (np. C_3H_8, C_3H_6, itp.) w paliwie;

C_4 = % objętości wszystkich węglowodorów C_4 (np. C_4H_{10}, C_4H_8, itp.) w paliwie;

C_5 = % objętości wszystkich węglowodorów C_5 (np. C_5H_{12}, C_5H_{10}, itp.) w paliwie;

diluent = % objętości gazów rozcieńczających w paliwie (tj.: O_2*, N_2, CO_2, He itp.).

2. **Przykłady obliczania współczynnika zmiany λ, S_λ:**

Przykład 1: G_{25}: CH_4 = 86 %, N_2 = 14 % (objętościowo)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

([1]) Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels – SAE J1829, czerwiec 1987. John B. Heywood, Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Rozdział 3.4 „Combustion stoichiometry" (s. 68-72).

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Przykład 2: G_R: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (obj.)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

Przykład 3: USA: CH_4 = 89 %, C_2H_6 = 4,5 %, C_3H_8 = 2,3 %, C_6H_{14} = 0,2 %, O_2 = 0,6 %, N_2 = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}64 + 4}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{\frac{1 - diluent\%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6 + 4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

Alternatywnie do powyższych równań wartość S_λ można obliczyć na podstawie stosunku stechiometrycznego zapotrzebowania na powietrze czystego metanu do stechiometrycznego zapotrzebowania na powietrze mieszanki paliw dostarczanej do silnika, jak określono poniżej.

Współczynnik zmiany lambda (S_λ) wyraża zapotrzebowanie na tlen wszelkich mieszanek paliwa w odniesieniu do zapotrzebowania na tlen czystego metanu. Zapotrzebowanie na tlen oznacza ilość tlenu potrzebną do utlenienia metanu w składzie stechiometrycznym składników reakcji odpowiadających produktom spalania zupełnego (tj. dwutlenku węgla i wody).

W przypadku spalania czystego metanu reakcja przebiega w sposób przedstawiony w równaniu (9-4):

$$1 \cdot CH_4 + 2 \cdot O_2 \rightarrow 1 \cdot CO_2 + 2 \cdot H_2\,O \qquad (9\text{-}4)$$

W tym przypadku stosunek cząsteczek w składzie stechiometrycznym składników reakcji wynosi dokładnie 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

gdzie:

n_{o2} = liczba cząsteczek tlenu

n_{CH4} = liczba cząsteczek metanu

▼B

Zapotrzebowanie tlenu na czysty metan wynosi zatem:

n_{O2} = 2 · n_{CH4} o wartości referencyjnej [n_{CH4}] = 1 kmol

▼M2

Wartość S_λ można określić na podstawie stosunku stosunku składu stechiometrycznego powietrza i metanu do stosunku składu stechiometrycznego powietrza i mieszanki paliw dostarczanej do silnika, jak określono w równaniu (9-5):

▼B

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O2})_{\text{blend}}} \tag{9-5}$$

gdzie:

n_{blend} = liczba cząsteczek mieszanki paliw

$(n_{O2})_{blend}$ = stosunek cząsteczek w składzie nstechiometrycznym tlenu i mieszanki paliw dostarczanej do silnika

Ponieważ powietrze zawiera 21 % tlenu, stechiometryczne zapotrzebowanie na tlen L_{st} wszelkich paliw oblicza się za pomocą równania (9-6):

$$L_{st,fuel} = \frac{n_{O2,fuel}}{0{,}21} \tag{9-6}$$

gdzie:

$L_{st,fuel}$ = stechiometryczne zapotrzebowanie paliwa na powietrze

$n_{o2,\ fuel}$ = stechiometryczne zapotrzebowanie paliwa na tlen

W rezultacie wartość S_λ można również określić na podstawie stosunku składu stechiometrycznego powietrza i metanu do stosunku składu stechiometrycznego powietrza i mieszanki paliw dostarczanej do silnika, tj. stosunku stechiometrycznego zapotrzebowania metanu na powietrze do stosunku stechiometrycznego zapotrzebowania na powietrze mieszanki paliw dostarczanej do silnika, jak określono w równaniu (9-7):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)/0{,}21}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)/0{,}21} = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \tag{9-7}$$

Do wyrażenia współczynnika zmiany lambda można zatem zastosować wszelkie obliczenia, w których określono stechiometryczne zapotrzebowanie na paliwo.

▼B

Dodatek 3

Korekta ze względu na CO_2 w gazach spalinowych powstałych z CO_2 w paliwie gazowym

1. **Chwilowe masowe natężenie przepływu CO_2 w strumieniu paliwa gazowego**

1.1. Skład i przepływ gazu należy określić zgodnie z wymogami określonymi w sekcjach 1–4 w dodatku 1.

1.2. Chwilowe masowe natężenie przepływu CO_2 w strumieniu gazu dostarczanego do silnika należy obliczyć za pomocą równania (9-8).

$$\dot{m}_{CO2i} = (M_{CO2}/M_{stream}) \cdot x_{CO2i} \cdot \dot{m}_{streami} \quad (9\text{-}8)$$

gdzie:

$\dot{m}_{CO2i}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu CO_2 ze strumienia gazu [g/s]

$\dot{m}_{streami,}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu strumienia gazu [g/s]

x_{CO2i} = ułamek molowy CO_2 w strumieniu gazowym [-]

M_{CO2} = masa molowa CO_2 [g/mol]

M_{stream} = masa molowa strumienia gazu [g/mol]

M_{stream} należy obliczyć na podstawie wszystkich zmierzonych składników (1, 2, …, n) za pomocą równania (9-9).

$$M_{stream} = x_1*M_1 + x_2*M_2 + ... + x_n*M_n \quad (9\text{-}9)$$

gdzie:

$X_{1,\ 2,\ \ldots\ n}$ = ułamek molowy każdego mierzonego składnika w strumieniu gazu (CH_4, CO_2, …) [-]

$M_{1,\ 2,\ \ldots\ n}$ = masa molowa każdego mierzonego składnika w strumieniu gazu [g/mol]

1.3. W celu ustalenia całkowitego masowego natężenia przepływu CO_2 w paliwie gazowym doprowadzanym do silnika należy dokonać obliczeń za pomocą równania (9-8) dla każdego poszczególnego strumienia gazu zawierającego CO_2 doprowadzanego do systemu mieszania gazu, a wyniki dla wszystkich strumieni gazu należy zsumować, lub należy dokonać takich obliczeń dla gazu zmieszanego odprowadzanego z systemu mieszania i doprowadzanego do silnika za pomocą równania (9-10):

$$\dot{m}_{CO2i,\ fuel} = \dot{m}_{CO2i,\ a} + \dot{m}_{CO2i,\ b} + \ldots + \dot{m}_{CO2i,\ n} \quad (9\text{-}10)$$

gdzie:

$\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ = chwilowe łączne masowe natężenie przepływu CO_2 powstałego z CO_2 w strumieniu gazu wprowadzanego do silnika [g/s]

$\dot{m}_{CO2i,\ a,\ b,\ \ldots,\ n}$ = chwilowe masowe natężenie przepływu CO_2 powstałego z CO_2 we wszystkich poszczególnych strumieniach gazu a, b, …, n [g/s]

▼B

2. **Obliczanie jednostkowej emisji CO_2 dla cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) oraz badań RMC**

2.1. Masę całkowitą emisji CO_2 z CO_2 w paliwie $m_{CO2,\ fuel}$ [g/badanie] oblicza się, sumując wartości chwilowego masowego natężenia przepływu CO_2 w paliwie gazowym wprowadzanym do silnika, $\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ [g/s] podczas cyklu badania zgodnie za pomocą równania (9-11):

$$m_{\ CO2,fuel} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-11}$$

gdzie:

f = częstotliwość pobierania próbek danych [Hz]

N = liczba pomiarów [-]

2.2. Masę całkowitą emisji CO_2 m_{CO2} [g/badanie] zastosowaną w równaniu (7-61), (7-63), (7-128) lub (7-130) w załączniku VII do obliczenia wyników emisji jednostkowych e_{CO2} [g/kWh] należy zastąpić w tych równaniach skorygowaną wartością $m_{CO2,\ corr}$ [g/badanie] za pomocą równania (9-12).

$$m_{CO2,\ corr} = m_{CO2} - m_{CO2,\ fuel} \tag{9-12}$$

3. **Obliczanie jednostkowej emisji CO_2 dla badań NRSC z fazami dyskretnymi**

3.1. Średni przepływ masowy emisji CO_2 z CO_2 w paliwie na godzinę $q_{mCO2,\ fuel}$ lub $\dot{m}_{CO2,\ fuel}$ [g/h] należy obliczyć dla każdej poszczególnej fazy badania na podstawie pomiarów chwilowego masowego natężenia przepływu CO_2 fuel $\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ [g/s] otrzymanego w równaniu (9-10) w okresie próbkowania odpowiedniej fazy badania za pomocą równania (9-13):

$$q_{\ mCO2,fuel} = \dot{m}_{CO2,fuel} = \frac{1}{3\ 600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-13}$$

gdzie:

N = liczba pomiarów wykonanych podczas fazy badania [-]

3.2. Średnie masowe natężenie przepływu emisji CO_2 q_{mCO2} lub $\dot{m}_{CO2}$ [g/h] dla każdej poszczególnej fazy badania zastosowane w równaniu (7-64) lub (7-131) w załączniku VII do obliczenia wyników emisji jednostkowych e_{CO2} [g/kWh] należy zastąpić w tych równaniach skorygowaną wartością $q_{mCO2,\ corr}$ lub $\dot{m}_{CO2,\ corr}$ [g/h] dla każdej poszczególnej fazy badania obliczoną za pomocą równania (9-14) lub (9-15).

$$q_{mCO2,\ corr} = q_{mCO2} - q_{mCO2,\ fuel} \tag{9-14}$$

$$\dot{m}_{CO2,\ corr} = \dot{m}_{CO2} - \dot{m}_{CO2,\ fuel} \tag{9-15}$$

▼B

ZAŁĄCZNIK X

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do dostarczenia przez producenta osobno silnika i jego układu wtórnej obróbki spalin

1. Osobna wysyłka, o której mowa w art. 34 ust. 3 rozporządzenia (UE) 2016/1628, ma miejsce, gdy producent i producent oryginalnego sprzętu, który montuje silnik, to dwa osobne podmioty prawne, a silnik jest wysyłany przez producenta bez układu wtórnej obróbki spalin stanowiącego część homologowanego typu z jednego miejsca, a wspomniany układ wtórnej obróbki spalin jest dostarczany z innego miejsca lub w innym czasie.

2. **W takim przypadku producent:**

2.1. uznawany jest za odpowiedzialnego za wprowadzenie silnika na rynek i za zapewnienie, aby silnik był zgodny z homologowanym typem silnika;

2.2. składa wszystkie zamówienia na części wysyłane osobno przed wysyłką silnika bez jego układu wtórnej obróbki spalin do producenta oryginalnego sprzętu;

2.3. udostępnia producentowi oryginalnego sprzętu instrukcje dotyczące montażu silnika, w tym układu wtórnej obróbki spalin, oraz dotyczące oznakowań identyfikacyjnych wysyłanych osobno części, jak również informacje niezbędne do przeprowadzenia kontroli właściwego funkcjonowania złożonego silnika zgodnie z homologowanym typem lub rodziną silnika;

2.4. rejestruje:

(1) instrukcje udostępniane producentowi oryginalnego sprzętu;

(2) wykaz wszystkich części dostarczonych osobno;

(3) zapisy otrzymane od producenta oryginalnego sprzętu potwierdzające, że zapewniono zgodność dostarczonych silników zgodnie z sekcją 3;

2.4.1. przechowuje wspomniane zapisy przez okres co najmniej 10 lat;

2.4.2. udostępnia zapisy na żądanie organowi udzielającemu homologacji typu, Komisji Europejskiej lub organowi nadzoru rynku;

2.5. zapewnia, aby oprócz wymaganego przepisami oznakowania zgodnie z art. 32 rozporządzenia (UE) 2016/1628, na silniku bez układu wtórnej obróbki spalin umieszczane było oznakowanie tymczasowe, zgodnie z art. 33 ust. 1 wspomnianego rozporządzenia oraz zgodnie z przepisami określonymi w załączniku III do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656;

2.6. zapewnia, aby części wysyłane osobno od silników posiadały oznakowanie identyfikacyjne (na przykład numery części);

2.7. zapewnia, aby w przypadku silnika przejściowego (wraz z układem wtórnej obróbki spalin) data produkcji silnika była na nim umieszczana przed datą wprowadzenia na rynek silników, o których mowa w załączniku III do rozporządzenia (UE) 2016/1628, zgodnie z wymogami art. 3 pkt 7, 30 i 32 wspomnianego rozporządzenia;

2.7.1. zapisy, o których mowa w pkt 2.4, obejmują dowody świadczące o tym, że układ wtórnej obróbki spalin stanowiący część silnika przejściowego został wyprodukowany przed wspomnianą datą w przypadku, gdy na oznakowaniu na układzie wtórnej obróbki spalin nie jest widoczna data jego produkcji.

▼B

3. **Producent oryginalnego sprzętu:**

3.1. Przedstawia producentowi potwierdzenie, że zapewniono zgodność silnika z homologowanym typem lub rodziną silnika zgodnie z otrzymanymi instrukcjami oraz że przeprowadzono wszystkie kontrole niezbędne do zapewnienia właściwego funkcjonowania złożonego silnika zgodnie z homologowanym typem silnika;

3.2. W przypadku gdy producent regularnie dostarcza silniki producentowi oryginalnego sprzętu, potwierdzenie, o którym mowa w pkt 3.1, można przedstawiać w regularnych odstępach czasu uzgodnionych między stronami, lecz nieprzekraczających jednego roku.

▼B

ZAŁĄCZNIK XI

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki odnośnie do tymczasowego wprowadzenia na rynek na potrzeby badań w warunkach terenowych

W odniesieniu do tymczasowego wprowadzania na rynek silników na potrzeby badań w warunkach terenowych zgodnie z art. 34 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628 zastosowanie mają poniższe warunki.

1. Producent pozostaje właścicielem silnika do momentu zakończenia procedury, o której mowa w pkt 5. Nie wyklucza to uzgodnień finansowych z producentem oryginalnego sprzętu lub użytkownikami końcowymi uczestniczącymi w procedurze badania.

2. Przed wprowadzeniem silnika na rynek producent informuje organ udzielający homologacji typu danego państwa członkowskiego, wskazując swoją nazwę lub znak towarowy, niepowtarzalny numer identyfikacyjny silnika, datę produkcji silnika, istotne informacje na temat osiągów silnika w zakresie emisji oraz producenta oryginalnego sprzętu lub użytkowników końcowych, którzy uczestniczą w procedurze badania.

3. Do silnika dołącza się świadectwo zgodności dostarczone przez producenta, zgodne z przepisami określonymi w załączniku II do rozporządzenia wykonawczego 2017/656; świadectwo zgodności wskazuje w szczególności, że dany silnik jest silnikiem poddawanym badaniu w warunkach terenowych, wprowadzonym na rynek tymczasowo zgodnie z warunkami określonymi w art. 34 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

4. Na silniku umieszcza się wymagane przepisami oznakowanie określone w załączniku III do rozporządzenia wykonawczego 2017/656.

5. Po zakończeniu niezbędnych badań i bez względu na okoliczności w ciągu 24 miesięcy od wprowadzenia silnika na rynek producent zapewnia wycofanie silnika z rynku albo zapewnia jego zgodność z wymogami rozporządzenia (UE) 2016/1628. Producent informuje organ udzielający homologacji i zezwolenia o wybranym wariancie.

6. Niezależnie od postanowień pkt 5 producent może złożyć wniosek w sprawie wydłużenia czasu trwania badania o maksymalnie dodatkowe 24 miesiące do tego samego organu udzielającego homologacji, podając należyte uzasadnienie wspomnianego wniosku w sprawie wydłużenia.

6.1. Organ udzielający homologacji może zezwolić na wspomniane wydłużenie, jeżeli uzna je za uzasadnione. W takim przypadku:

   1) producent wydaje nowe świadectwo zgodności ważne przez dodatkowy okres; oraz

   2) przepisy określone w pkt 5 mają zastosowanie do końca okresu wydłużenia lub, niezależnie od okoliczności, przez 48 miesięcy po wprowadzeniu silnika na rynek.

▼B

ZAŁĄCZNIK XII

Szczegółowe specyfikacje techniczne i warunki dotyczące silników specjalnego przeznaczenia

Poniższe warunki mają zastosowanie w przypadku wprowadzania na rynek silników, które spełniają wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych i emisji cząstek stałych dla silników specjalnego przeznaczenia określone w załączniku VI do rozporządzenia (UE) 2016/1628.

1. Przed wprowadzeniem silnika na rynek producent stosuje uzasadnione środki w celu zapewnienia, aby silnik ten został zamontowany w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach, która ma być użytkowana wyłącznie w atmosferze potencjalnie wybuchowej, zgodnie z art. 34 ust. 5 wspomnianego rozporządzenia, lub wyłącznie do wodowania i wciągania łodzi ratunkowych używanych przez krajową służbę ratowniczą, zgodnie z art. 34 ust. 6 wspomnianego rozporządzenia.

2. Do celów pkt 1 za odpowiedni uzasadniony środek uznaje się pisemne oświadczenie producenta oryginalnego sprzętu lub podmiotu gospodarczego, który otrzymuje silnik, potwierdzające, że silnik ten zostanie zamontowany w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach, która ma być użytkowana wyłącznie do takich szczególnych celów.

3. Producent:

   1) przechowuje pisemne oświadczenie, o którym mowa w pkt 2, przez co najmniej 10 lat; oraz

   2) udostępnia je na żądanie organowi udzielającemu homologacji typu, Komisji Europejskiej lub organowi nadzoru rynku.

4. Do silnika dołącza się świadectwo zgodności dostarczone przez producenta, zgodne z przepisami określonymi w załączniku II do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656; świadectwo zgodności wskazuje, w szczególności, że dany silnik jest silnikiem specjalnego przeznaczenia wprowadzonym na rynek zgodnie z warunkami określonymi w art. art. 34 ust. 5 lub art. 34 ust. 6 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

5. Silnik jest opatrzony wymaganym przepisami oznakowaniem określonym w załączniku III do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

▼B

ZAŁĄCZNIK XIII

Akceptacja równoważnych homologacji typu silnika

1. W przypadku rodzin lub typów silników kategorii NRE następujące homologacje typu oraz, w stosownych przypadkach, odpowiednie wymagane przepisami oznakowanie uznaje się za równoważne homologacjom typu UE udzielanym i wymaganemu przepisami oznakowaniu obowiązującemu zgodnie z rozporządzeniem (UE) 2016/1628:

▼M2

1) homologacje typu UE udzielone na podstawie rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 ([1]) i przepisów wykonawczych do niego, jeżeli służba techniczna potwierdza, że dany typ silnika spełnia:

▼B

a) wymogi określone w załączniku IV dodatek 2, jeżeli silnik jest przeznaczony wyłącznie do stosowania zamiast silników etapu V kategorii IWP i IWA, zgodnie z art. 4 ust. 1 pkt 1) lit. b) rozporządzenia (UE) 2016/1628; lub

b) wymogi określone w załączniku IV dodatek 1 – dla silników, których nie dotyczy lit. a);

▼M3

2) homologacje typu zgodnie z regulaminem EKG ONZ nr 49 ([2]), seria poprawek 06, jeżeli służba techniczna potwierdza, że dany typ silnika spełnia:

a) wymogi określone w załączniku IV dodatek 2, jeżeli silnik jest przeznaczony wyłącznie do stosowania zamiast silników etapu V kategorii IWP i IWA, zgodnie z art. 4 ust. 1 pkt 1) lit. b) rozporządzenia (UE) 2016/1628; lub

b) wymogi określone w załączniku IV dodatek 1 – dla silników, których nie dotyczy lit. a);

oraz jeżeli organ udzielający homologacji potwierdzi, że producent spełnia obowiązki określone w art. 19 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

3) homologacje typu zgodnie z regulaminem EKG ONZ nr 96 ([3]), seria poprawek 05, rodzin silników lub typów silników kategorii NRE określonych w tabeli I-1 załącznika I do rozporządzenia (UE) 2016/1628, w przypadku gdy organ udzielający homologacji potwierdzi, że producent spełnia obowiązki określone w art. 19 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

2. W przypadku rodzin silników lub typów silników kategorii NRG, NRSh, NRS, SMB i ATS homologacje typu zgodnie z serią poprawek 05 do regulaminu EKG ONZ nr 96 silników, które odpowiadają kategoriom silników określonym w tabelach I-2, I-3 i I-4 oraz w tabelach I-9–I-10 załącznika I do

([1]) Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 r. dotyczące homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężarowych o dużej ładowności (Euro VI) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i obsługi technicznej pojazdów, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 i dyrektywę 2007/46/WE oraz uchylające dyrektywy 80/1269/EWG, 2005/55/WE i 2005/78/WE (Dz.U. L 188 z 18.7.2009, s. 1).

([2]) Regulamin nr 49 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG/ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z silników o zapłonie samoczynnym oraz z silników o zapłonie iskrowym stosowanych w pojazdach (Dz.U. L 171 z 24.6.2013, s. 1).

([3]) Regulamin nr 96 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji silników przeznaczonych do montażu w ciągnikach rolniczych i leśnych oraz w niedrogowych maszynach ruchomych w zakresie emisji zanieczyszczeń przez silnik (Dz.U. L 107 z 17.4.2019, s. 1).

▼M3

rozporządzenia (UE) 2016/1628, i, w stosownych przypadkach, odpowiadające oznakowanie wymagane przepisami, uznaje się za równoważne z przyznanymi homologacjami UE i wymaganym przepisami oznakowaniem obowiązkowym zgodnie z rozporządzeniem (UE) 2016/1628, w przypadku gdy organ udzielający homologacji potwierdzi, że producent spełnia obowiązki określone w art. 19 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

3. W przypadku silników specjalnego przeznaczenia (SPE) objętych zakresem art. 34 ust. 5 i 6 rozporządzenia (UE) 2016/1628 kategorii NRE o mocy odniesienia nie mniejszej niż 19 kW i nie większej niż 560 kW homologacje typu etapu IIIA zgodnie z serią poprawek 02 ([1]), 03 ([2]) lub 04 ([3]) do regulaminu EKG ONZ nr 96 dla rodzin silników lub typów silników kategorii NRE określonych w tabeli VI-1 w załączniku VI do rozporządzenia (UE) 2016/1628, a, w stosownych przypadkach, odpowiadające oznakowanie wymagane przepisami, uznaje się za równoważne z przyznanymi homologacjami typu i wymaganym przepisami oznakowaniem obowiązkowym zgodnie z tym rozporządzeniem.

3.1. Wymogi dodatkowe:

Silniki oparte na homologacji typu, która jest akceptowana jako równoważna homologacji typu UE zgodnie z pkt 3, muszą spełniać wymogi określone w załączniku XII do rozporządzenia delegowanego (UE) 2017/654.

4. W odniesieniu do następujących etapów wymogów w zakresie emisji homologacje typu na podstawie regulaminów EKG ONZ rodzin silników lub typów silników należących do kategorii wymienionych poniżej oraz, w stosownych przypadkach, odpowiednie oznakowanie wymagane przepisami, uznaje się za równoważne z homologacjami typu UE i oznakowaniem wymaganym przepisami obowiązkowym na mocy dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z przepisami przejściowymi określonymi w art. 58 rozporządzenia (UE) 2016/1628:

1) etap IV: homologacje typu silników należących do kategorii Q i R, jak określono w art. 9 dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z serią poprawek 04 do regulaminu EKG ONZ nr 96;

2) etap IIIB: homologacje typu silników należących do kategorii L, M, N i P, jak określono w art. 9 dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z serią poprawek 03 lub 04 do regulaminu EKG ONZ nr 96;

3) etap IIIA: homologacje typu silników należących do kategorii H, I, J i K, jak określono w art. 9 dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z serią poprawek 02, 03 lub 04 do regulaminu EKG ONZ nr 96;

4) etap II: homologacje typu silników należących do kategorii D, E, F i G, jak określono w art. 9 dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z serią poprawek 01 ([4]), 02, 03 lub 04 do regulaminu EKG ONZ nr 96;

5) etap I: homologacje typu silników należących do kategorii A, B i C, jak określono w art. 9 dyrektywy 97/68/WE, zgodnie z serią poprawek 00 ([5]) do regulaminu EKG ONZ nr 96.

4.1. Wymogi dodatkowe

Silnikom opartym na homologacji typu, która jest akceptowana jako równoważna homologacji typu UE zgodnie z pkt 4, musi towarzyszyć oświadczenie o zgodności oraz informacje uzupełniające w oznakowaniu wymaganym przepisami zgodnie z wymogami art. 31 i art. 32 ust. 2 rozporządzenia (UE) 2016/1628 oraz jak określono w załącznikach II i III do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656.

([1]) Seria poprawek 02 nie została opublikowana w Dz.U.
([2]) Seria poprawek 03 nie została opublikowana w Dz.U.
([3]) Regulamin nr 96 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji silników z zapłonem samoczynnym (ZS) przeznaczonych do montażu w ciągnikach rolniczych i leśnych oraz w niedrogowych maszynach ruchomych w zakresie emisji zanieczyszczeń przez silnik (Dz.U. L 88 z 22.3.2014, s. 1).
([4]) Seria poprawek 01 nie została opublikowana w Dz.U.
([5]) Seria poprawek 00 nie została opublikowana w Dz.U.

▼B

ZAŁĄCZNIK XIV

Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla producentów oryginalnego sprzętu

1. Zgodnie z wymogami art. 43 ust. 2 rozporządzenia (UE) 2016/1628 producent przekazuje producentowi oryginalnego sprzętu wszelkie istotne informacje i instrukcje niezbędne do zapewnienia zgodności silnika z homologowanym typem silnika w momencie montażu w maszynie mobilnej nieporuszającej się po drogach. Instrukcje przeznaczone do tego celu należy wyraźnie wskazać producentowi oryginalnego sprzętu.

2. Instrukcje te można przekazać w formie papierowej lub w powszechnie stosowanym formacie elektronicznym.

3. Jeżeli temu samemu producentowi oryginalnego sprzętu dostarczanych jest szereg silników wymagających takich samych instrukcji, należy przekazać tylko jeden zestaw instrukcji.

4. Informacje i instrukcje dla producenta oryginalnego sprzętu obejmują co najmniej:

   1) wymogi dotyczące montażu w celu zapewnienia osiągów typu silnika w zakresie emisji, w tym układu sterowania emisją, które należy uwzględnić w celu zapewnienia prawidłowego działania układu sterowania emisją;

   2) opis wszelkich szczególnych warunków lub ograniczeń związanych z montażem lub użytkowaniem silnika, jak wskazano w świadectwie homologacji typu UE określonym w załączniku IV do rozporządzenia wykonawczego 2017/656;

   3) oświadczenie wskazujące, że montaż danego silnika nie może ograniczać go do działania wyłącznie w zakresie mocy odpowiadającym (pod)kategorii o wartościach granicznych emisji zanieczyszczeń gazowych i emisji cząstek stałych surowszych niż (pod)kategoria, do której silnik ten należy;

   4) w przypadku rodzin silników, do których zastosowanie ma załącznik V, górne i dolne granice mającego zastosowanie obszaru kontrolnego oraz oświadczenie wskazujące, że montaż danego silnika nie może ograniczać go do działania wyłącznie w punktach prędkości i obciążenia spoza obszaru kontrolnego krzywej momentu obrotowego tego silnika;

   5) w stosownych przypadkach wymogi dotyczące konstrukcji dla części dostarczonych przez producenta oryginalnego sprzętu, które nie stanowią części silnika, lecz są niezbędne, aby po zamontowaniu zapewnić zgodność silnika z homologowanym typem silnika;

   6) w stosownych przypadkach wymogi dotyczące konstrukcji zbiornika odczynnika, w tym zabezpieczenia przed zamarzaniem, monitorowania poziomu odczynnika oraz sposobu pobierania próbek odczynnika;

   7) w stosownych przypadkach informacje na temat możliwości montażu nieogrzewanego układu odczynników;

   8) w stosownych przypadkach oświadczenie wskazujące, że silnik jest przeznaczony wyłącznie do montażu w odśnieżarkach;

   9) w stosownych przypadkach oświadczenie wskazujące, że producent oryginalnego sprzętu zapewnia system ostrzegania, o którym mowa w dodatkach 1–4 do załącznika IV;

   10) w stosownych przypadkach informacje na temat interfejsu pomiędzy silnikiem a maszyną mobilną nieporuszającą się po drogach na potrzeby systemu ostrzegania operatora, o którym mowa w pkt 9;

▼B

11) w stosownych przypadkach informacje na temat interfejsu pomiędzy silnikiem a maszyną mobilną nieporuszającą się po drogach na potrzeby systemu wymuszającego, o którym mowa w załączniku IV dodatek 1 sekcja 5;

12) w stosownych przypadkach informacje na temat środka umożliwiającego tymczasowe wyłącznie systemu wymuszającego zdefiniowanego w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.2.1;

13) w stosownych przypadkach informacje na temat funkcji ręcznego wyłączenia wymuszenia zdefiniowanej w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.5;

14) w przypadku silników dwupaliwowych:

a) oświadczenie wskazujące, że producent oryginalnego sprzętu zapewnia sygnalizator dwupaliwowego trybu pracy, o którym mowa w załączniku VIII pkt 4.3.1;

b) oświadczenie wskazujące, że producent oryginalnego sprzętu zapewnia system ostrzegania dwupaliwowego trybu pracy, o którym mowa w załączniku VIII pkt 4.3.2;

c) w stosownych przypadkach informacje na temat interfejsu pomiędzy silnikiem a maszyną mobilną nieporuszającą się po drogach na potrzeby systemu powiadamiania i ostrzegania operatora, o którym mowa w pkt 14 lit. a) i b);

15) w przypadku silnika o zmiennej prędkości obrotowej kategorii IWP, który uzyskał homologację typu do użytkowania w ramach co najmniej jednego zastosowania żeglugi śródlądowej, określonego w pkt 1.1.1.2 załącznika IX do rozporządzenia wykonawczego 2017/656, szczegółowe informacje dotyczące każdej (pod)kategorii i trybu pracy (charakter prędkości), w zakresie których silnik ten uzyskał homologację typu i zgodnie z którymi może zostać ustawiony w trakcie montażu;

16) w przypadku silnika o stałej prędkości obrotowej wyposażonego w alternatywne prędkości, określone w pkt 1.1.2.3 załącznika IX do rozporządzenia wykonawczego 2017/656:

a) oświadczenie wskazujące, że montaż silnika gwarantuje, że:

(i) silnik został zatrzymany przed ponownym ustawieniem regulatora stałej prędkości obrotowej na inną prędkość; oraz

(ii) regulator stałej prędkości obrotowej był ustawiany wyłącznie na takie inne prędkości, na które zezwolił producent silnika;

a) szczegółowe informacje dotyczące każdej (pod)kategorii i trybu pracy (charakter prędkości), w zakresie których silnik ten uzyskał homologację typu i zgodnie z którymi może zostać ustawiony w trakcie montażu;

17) w przypadku gdy silnik wyposażony jest w prędkość biegu jałowego do rozruchu i zatrzymania silnika, na co zezwala się w art. 3 ust. 18 rozporządzenia (UE) 2016/1628, oświadczenie wskazujące, że silnik ten należy zamontować w sposób zapewniający, aby funkcja regulacji stałej prędkości obrotowej była uruchamiana przed zwiększeniem zapotrzebowania na obciążenie silnika z ustawienia bez obciążenia.

5. Zgodnie z wymogami art. 43 ust. 3 rozporządzenia (UE) 2016/1628 producent przekazuje producentowi oryginalnego sprzętu wszelkie informacje i niezbędne instrukcje, które producent oryginalnego sprzętu przekazuje użytkownikom końcowym zgodnie z załącznikiem XV.

▼B

6. Zgodnie z wymogiem art. 43 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628 producent podaje producentowi oryginalnego sprzętu wartość emisji dwutlenku węgla (CO2) w g/kWh określoną podczas procesu homologacji typu UE i zarejestrowaną w świadectwie homologacji typu UE. Wartość tę producent oryginalnego sprzętu podaje użytkownikom końcowym wraz z następującym oświadczeniem: „*Podany wynik pomiaru CO_2 pochodzi z badania przeprowadzonego na silniku (macierzystym) będącym przedstawicielem typu (rodziny) silników w czasie stałego cyklu badania w warunkach laboratoryjnych i pomiar ten nie oznacza ani nie stanowi żadnej gwarancji osiągów danego silnika*”.

▼B

ZAŁĄCZNIK XV

Szczegóły dotyczące istotnych informacji i instrukcji dla użytkowników końcowych

1. Producent oryginalnego sprzętu przekazuje użytkownikowi końcowemu wszystkie informacje i instrukcje niezbędne do prawidłowej pracy silnika, aby silnik utrzymał emisje zanieczyszczeń gazowych i emisje cząstek stałych w granicach przewidzianych dla homologowanego typu silników lub homologowanej rodziny silników. Instrukcje przeznaczone do tego celu należy wyraźnie wskazać użytkownikowi końcowemu.

2. Instrukcje dla użytkownika końcowego:

2.1. muszą być napisane w sposób przejrzysty i nietechniczny, w tym samym języku co instrukcje dla użytkowników końcowych maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach;

2.2. należy przekazać w formie papierowej lub, ewentualnie, w powszechnie stosowanym formacie elektronicznym;

2.3. mogą stanowić część instrukcji dla użytkowników końcowych maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach lub, ewentualnie, być osobnym dokumentem;

2.3.1. w przypadku ich dostarczenia osobno od instrukcji dla użytkowników końcowych maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach należy je dostarczyć w tej samej formie.

3. Informacje i instrukcje dla użytkowników końcowych sprzętu obejmują co najmniej:

1) opis wszelkich szczególnych warunków lub ograniczeń związanych z użytkowaniem silnika, jak wskazano w świadectwie homologacji typu UE określonym w załączniku IV do rozporządzenia wykonawczego (UE) 2017/656;

2) oświadczenie wskazujące, że silnik, w tym układ sterowania emisją, należy eksploatować, używać i konserwować zgodnie z instrukcjami dostarczonymi użytkownikom końcowym w celu utrzymania osiągów silnika w zakresie emisji na poziomie zgodnym z wymogami mającymi zastosowanie do danej kategorii silnika;

3) oświadczenie wskazujące, że nie może wystąpić żaden przypadek zamierzonego nieprawidłowego użytkowania układu sterowania emisją silnika; w szczególności w zakresie rozłączenia lub braku konserwacji układu recyrkulacji gazów spalinowych (EGR) lub układu dozowania odczynnika.

4) oświadczenie wskazujące, że w przypadku nieprawidłowości w eksploatacji, użytkowaniu lub konserwacji układu sterowania emisją należy bezzwłocznie podjąć działania mające na celu naprawę zgodnie ze środkami naprawczymi określonymi w ostrzeżeniach, o których mowa w pkt 5 i 6;

5) szczegółowe wyjaśnienia dotyczące możliwych awarii układu sterowania emisją, jakie mogą wystąpić wskutek nieprawidłowości w eksploatacji, użytkowaniu lub konserwacji zamontowanego silnika, wraz z towarzyszącymi sygnałami ostrzegawczymi oraz odpowiednimi środkami naprawczymi;

6) szczegółowe wyjaśnienia dotyczące możliwego nieprawidłowego użytkowania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach, które mogłoby skutkować nieprawidłowym funkcjonowaniem układu sterowania emisją silnika, wraz z towarzyszącymi sygnałami ostrzegawczymi oraz odpowiednimi środkami naprawczymi;

7) w stosownych przypadkach informacje na temat możliwości stosowania niepodgrzewanego zbiornika odczynnika i układu dozowania;

▼B

8) w stosownych przypadkach oświadczenie wskazujące, że silnik jest przeznaczony wyłącznie do stosowania w odśnieżarkach;

9) w przypadku maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach z systemem ostrzegania operatora zdefiniowanym w załączniku IV dodatek 1 sekcja 4 (kategorie: NRE, NRG, IWP, IWA lub RLR) lub w załączniku IV dodatek 4 sekcja 4 (kategorie: NRE, NRG, IWP, IWA lub RLR) lub w załączniku IV dodatek 3 sekcja 3 (kategoria RLL), oświadczenie wskazujące, że w przypadku nieprawidłowego działania układu sterowania emisją operator zostanie powiadomiony o problemie przez system ostrzegania operatora;

10) w przypadku maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach z systemem wymuszającym zdefiniowanym w załączniku IV dodatek 1 sekcja 5 (kategorie: NRE, NRG), oświadczenie wskazujące, że w przypadku zignorowania sygnałów ostrzegawczych dla operatora zostanie aktywowany system wymuszający, który spowoduje skuteczne zablokowanie działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach;

11) w przypadku maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach z funkcją ręcznego wyłączenia wymuszenia, która ma na celu uwolnienie pełnej mocy silnika, zdefiniowanej w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.5, informacje na temat działania tej funkcji;

12) w stosownych przypadkach wyjaśnienie działania systemu ostrzegania operatora i systemu wymuszającego, o których mowa w pkt 9, 10 i 11, w tym konsekwencje, w kontekście pracy silnika i rejestracji błędów, zignorowania sygnałów systemu ostrzegania, nieuzupełnienia poziomu odczynnika, jeżeli jest on stosowany, lub nieusunięcia problemu;

13) w przypadku rejestrowania niewłaściwego wtrysku odczynnika lub niewłaściwej jakości odczynnika w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego zgodnie z postanowieniami załącznika IV dodatek 2 pkt 4.1 (kategoria: IWP, IWA, RLR), oświadczenie wskazujące, że krajowe organy inspekcji będą mogły odczytać te zapisy za pomocą narzędzia skanującego;

14) w przypadku maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach wyposażonych w środki wyłączania systemu wymuszającego, jak określono w załączniku IV dodatek 1 pkt 5.2.1, informacje na temat działania tej funkcji oraz oświadczenie, że funkcję tę można włączać wyłącznie w sytuacjach wyjątkowych, że każde włączenie będzie rejestrowane w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego oraz że krajowe organy inspekcji będą mogły odczytać te zapisy za pomocą narzędzia skanującego;

15) informacje dotyczące specyfikacji silnika niezbędne do utrzymania działania układu sterowania emisją na odpowiednim poziomie zgodne z wymogami załącznika I i spójne ze specyfikacją określoną w homologacji silnika typu UE, w tym, jeżeli jest to możliwe, odniesienie do odpowiedniej normy UE lub międzynarodowej, w szczególności:

▼M2

a) jeżeli silnik ma być użytkowany w Unii i zasilany olejem napędowym lub olejem napędowym dla maszyn nieporuszających się po drogach, w oświadczeniu należy zawrzeć informacje o tym, że konieczne jest stosowanie paliwa o zawartości siarki nie większej niż 10 mg/kg (20 mg/kg w momencie końcowej dystrybucji), liczbie cetanowej o wartości co najmniej 45 oraz zawartości FAME nie wyższej niż 8 % v/v;

▼B

b) należy wskazać dodatkowe paliwa, mieszanki lub emulsje paliw, którymi można napędzać dany silnik zgodnie z deklaracją producenta i informacją na świadectwie homologacji typu UE;

▼B

16) informacje na temat specyfikacji oleju smarowego niezbędnych do utrzymania odpowiedniego poziomu działania układu sterowania emisją;

17) jeżeli układ sterowania emisją wymaga użycia odczynnika, wówczas należy podać właściwości takiego odczynnika, w tym jego rodzaj, stężenie, jeżeli odczynnik występuje w postaci roztworu, temperaturę roboczą oraz odniesienia do międzynarodowych norm w zakresie składu i jakości, spójne ze specyfikacją określoną w homologacji typu UE silnika;

18) w stosownych przypadkach w instrukcjach należy określić, w jaki sposób operator powinien uzupełniać odczynniki podlegające zużyciu między zwykłymi przeglądami technicznymi. Należy w nich wskazać sposób uzupełniania zbiornika odczynnika przez operatora oraz przewidywaną częstotliwość uzupełniania, w zależności od użytkowania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach;

19) oświadczenie wskazujące, że w celu utrzymania osiągów silnika w zakresie emisji odczynnik należy stosować i uzupełniać zgodnie ze specyfikacjami określonymi w pkt 17 i 18;

20) wymagania dotyczące okresowych czynności z zakresu konserwacji, w tym jakichkolwiek planowanych wymian podstawowych części związanych z emisją zanieczyszczeń;

21) w przypadku silników dwupaliwowych:

a) w stosownych przypadkach informacje na temat wskaźników dwupaliwowych określonych w załączniku VIII sekcja 4.3.;

b) w przypadku silnika dwupaliwowego z ograniczeniami eksploatacyjnymi w trybie serwisowym zdefiniowanymi w załączniku VIII pkt 4.2.2.1 (poza kategoriami: IWP, IWA, RLL i RLR) oświadczenie wskazujące, że włączenie trybu serwisowego spowoduje skuteczne zablokowanie działania maszyny mobilnej nieporuszającej się po drogach;

c) w przypadku dostępności funkcji ręcznego wyłączenia wymuszenia, która ma na celu uwolnienie pełnej mocy silnika, należy podać informacje na temat działania tej funkcji;

d) w przypadku silnika dwupaliwowego pracującego w trybie serwisowym zgodnie z załącznikiem VIII pkt 4.2.2.2 (kategorie: IWP, IWA, RLL i RLR) oświadczenie wskazujące, że włączenie trybu serwisowego spowoduje jej zarejestrowanie w rejestrze zdarzeń komputera pokładowego oraz że krajowe organy inspekcji będą mogły odczytać te zapisy za pomocą narzędzia skanującego.

4. Zgodnie z wymogiem art. 43 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2016/1628 producent oryginalnego sprzętu podaje użytkownikom końcowym wartość emisji dwutlenku węgla (CO2) w g/kWh określoną podczas procesu homologacji typu UE i zarejestrowaną w świadectwie homologacji typu UE wraz z następującym oświadczeniem: „*Podany wynik pomiaru CO_2 pochodzi z badania przeprowadzonego na silniku (macierzystym) będącym przedstawicielem typu (rodziny) silników w czasie stałego cyklu badania w warunkach laboratoryjnych i pomiar ten nie oznacza ani nie stanowi żadnej gwarancji osiągów danego silnika*”.

▼B

ZAŁĄCZNIK XVI

Normy efektywności i ocena służb technicznych

1. **Wymogi ogólne**

Służby techniczne dysponują odpowiednimi umiejętnościami, specjalistyczną wiedzą techniczną i uznanym doświadczeniem w określonych dziedzinach kompetencji objętych rozporządzeniem (UE) 2016/1628 oraz aktami delegowanymi i wykonawczymi przyjętymi na mocy tego rozporządzenia.

2. **Normy, które muszą spełniać służby techniczne**

2.1. Służby techniczne różnych kategorii określone w art. 45 rozporządzenia (UE) 2016/1628 muszą spełniać normy wyszczególnione w dodatku 1 do załącznika V do dyrektywy 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady ([1]), istotne dla działań, które służby te wykonują.

2.2. Odniesienia do art. 41 dyrektywy 2007/46/WE w niniejszym dodatku należy rozumieć jako odniesienia do art. 45 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

2.3. Odniesienia do załącznika IV do dyrektywy 2007/46/WE w niniejszym dodatku należy rozumieć jako odniesienia do rozporządzenia (UE) 2016/1628 oraz aktów delegowanych i wykonawczych przyjętych na podstawie tego rozporządzenia.

3. **Procedura oceny służb technicznych**

3.1. Zgodność służb technicznych z wymogami rozporządzenia (UE) 2016/1628 oraz aktów delegowanych i wykonawczych przyjętych na mocy tego rozporządzenia ocenia się zgodnie z procedurą określoną w dodatku 2 do załącznika V do dyrektywy 2007/46/WE.

3.2. Odniesienia do art. 42 dyrektywy 2007/46/WE w dodatku 2 do załącznika V do dyrektywy 2007/46/WE należy rozumieć jako odniesienia do art. 48 rozporządzenia (UE) 2016/1628.

([1]) Dyrektywa 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 września 2007 r. ustanawiająca ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów (Dz.U. L 263 z 9.10.2007, s. 1).

▼B

ZAŁĄCZNIK XVII

Cechy charakterystyczne cykli badań w warunkach stałych i w warunkach zmiennych

1. Tabele dotyczące faz badań i współczynników wagowych na potrzeby badań NRSC z fazami dyskretnymi przedstawiono w dodatku 1.

2. Tabele dotyczące faz badań i współczynników wagowych na potrzeby badań RMC przedstawiono w dodatku 2.

3. Tabele cykli pracy silnika na stanowisku dynamometrycznym na potrzeby cykli badań w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC) przedstawiono w dodatku 3.

▼B

Dodatek 1

Badania NRSC w warunkach stałych z fazami dyskretnymi

Cykle badania typu C

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cyklu C1

Numer fazy	1	2	3	4	5	6	7	8
Prędkość (a)	100 %				Pośrednia			Bieg jałowy
Moment obrotowy (b) (%)	100	75	50	10	100	75	50	0
Współczynnik wagowy	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15

(a) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
(b) % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cyklu C2

Numer fazy	1	2	3	4	5	6	7
Prędkość (a)	100 %	Pośrednia					Bieg jałowy
Moment obrotowy (b) (%)	25	100	75	50	25	10	0
Współczynnik wagowy	0,06	0,02	0,05	0,32	0,30	0,10	0,15

(a) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
(b) % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.

Cykle badania typu D

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cyklu D2

Numer fazy (cykl D2)	1	2	3	4	5
Prędkość (a)	100 %				
Moment obrotowy (b) (%)	100	75	50	25	10
Współczynnik wagowy	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

(a) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
(b) % momentu obrotowego odnosi się do momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej netto deklarowanej przez producenta.

Cykle badania typu E

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cykli typu E

Numer fazy (cykl E2)	1	2	3	4						
Prędkość (a)	100 %				Pośrednia					
Moment obrotowy (b) (%)	100	75	50	25						
Współczynnik wagowy	0,2	0,5	0,15	0,15						

▼B

Numer fazy (cykl E3)	1	2	3	4
Prędkość ([a]) (%)	100	91	80	63
Moc ([c]) (%)	100	75	50	25
Współczynnik wagowy	0,2	0,5	0,15	0,15

([a]) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
([b]) % momentu obrotowego odnosi się do momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej netto deklarowanej przez producenta dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
([c]) % mocy odnosi się do maksymalnej mocy znamionowej przy 100 % prędkości obrotowej.

Cykl badania typu F

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cyklu typu F

Numer fazy	1	2 ([d])	3
Prędkość ([a])	100 %	Pośrednia	Bieg jałowy
Moc (%)	100 ([c])	50 ([c])	5 ([b])
Współczynnik wagowy	0,15	0,25	0,6

([a]) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
([b]) % mocy w tej fazie odnosi się do mocy w fazie 1.
([c]) % mocy w tej fazie odnosi się do maksymalnej mocy netto przy zadanej prędkości obrotowej silnika.
([d]) W przypadku silników z dyskretnym układem sterowania (tj. sterowanie typu karbowego) fazę 2 definiuje się jako pracę w rejonie karbu najbliższego fazie 2 lub przy 35 % mocy znamionowej.

Cykl badania typu G

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cykli typu G

Numer fazy (cykl G1)						1	2	3	4	5	6
Prędkość ([a])	100 %					Pośrednia					Bieg jałowy
Moment obrotowy ([b]) %						100	75	50	25	10	0
Współczynnik wagowy						0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05
Numer fazy (cykl G2)	1	2	3	4	5						6
Prędkość ([a])	100 %					Pośrednia					Bieg jałowy
Moment obrotowy ([b]) %	100	75	50	25	10						0
Współczynnik wagowy	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07						0,05
Numer fazy (cykl G3)	1										2
Prędkość ([a])	100 %					Pośrednia					Bieg jałowy
Moment obrotowy ([b]) %	100										0
Współczynnik wagowy	0,85										0,15

([a]) Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
([b]) % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.

▼B

Cykl badania typu H

Tabela przedstawiająca fazy badania i współczynniki wagowe cyklu typu H

Numer fazy	1	2	3	4	5
Prędkość [a] (%)	100	85	75	65	Bieg jałowy
Moment obrotowy [b] (%)	100	51	33	19	0
Współczynnik wagowy	0,12	0,27	0,25	0,31	0,05

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.

▼B

Dodatek 2

Cykle w warunkach stałych ze zmianami jednostajnymi między fazami (RMC)

Cykle badania typu C

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-C1

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	126	Bieg jałowy	0
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	159	Pośrednia	100
2b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	160	Pośrednia	50
3b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	162	Pośrednia	75
4b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
5a W warunkach stałych	246	100 %	100
5b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
6a W warunkach stałych	164	100 %	10
6b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
7a W warunkach stałych	248	100 %	75
7b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
8a W warunkach stałych	247	100 %	50
8b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
9 W warunkach stałych	128	Bieg jałowy	0

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-C2

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	119	Bieg jałowy	0
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	29	Pośrednia	100

▼B

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
2b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	150	Pośrednia	10
3b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	80	Pośrednia	75
4b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
5a W warunkach stałych	513	Pośrednia	25
5b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
6a W warunkach stałych	549	Pośrednia	50
6b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
7a W warunkach stałych	96	100 %	25
7b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
8 W warunkach stałych	124	Bieg jałowy	0

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

Cykle badania typu D

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-D2

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika (%) [a]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	53	100	100
1b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	101	100	10
2b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	277	100	75
3b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	339	100	25
4b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
5 W warunkach stałych	350	100	50

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej netto deklarowanej przez producenta.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej.

▼B

Cykle badania typu E

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-E2

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika (%) [a]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	229	100	100
1b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	166	100	25
2b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	570	100	75
3b Przejściowa	20	100	Przejście liniowe
4 W warunkach stałych	175	100	50

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego odpowiadającego mocy znamionowej netto deklarowanej przez producenta dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej.

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-E3

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika (%) [a] [c]	Moc (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	229	100	100
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	166	63	25
2b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	570	91	75
3b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
4 W warunkach stałych	175	80	50

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % mocy odnosi się do maksymalnej mocy znamionowej netto przy 100 % prędkości obrotowej.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika.

Cykl badania typu F

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-F

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [e]	Moc (%) [e]
1a W warunkach stałych	350	Bieg jałowy	5 [b]
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych [d]	280	Pośrednia	50 [c]

▼B

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [e]	Moc (%) [e]
2b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	160	100 %	100 [c]
3b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
4 W warunkach stałych	350	Bieg jałowy	5 [c]

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % mocy w tej fazie odnosi się do mocy netto w fazie 3a.
[c] % mocy w tej fazie odnosi się do maksymalnej mocy netto przy zadanej prędkości obrotowej silnika.
[d] W przypadku silników z dyskretnym układem sterowania (tj. sterowanie typu karbowego) fazę 2a definiuje się jako pracę w rejonie karbu najbliższego fazie 2a lub przy 35 % mocy znamionowej.
[e] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

Cykle badania typu G

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-G1

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	41	Bieg jałowy	0
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	135	Pośrednia	100
2b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	112	Pośrednia	10
3b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	337	Pośrednia	75
4b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
5a W warunkach stałych	518	Pośrednia	25
5b Przejściowa	20	Pośrednia	Przejście liniowe
6a W warunkach stałych	494	Pośrednia	50
6b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
7 W warunkach stałych	43	Bieg jałowy	0

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

▼B

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-G2

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	41	Bieg jałowy	0
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	135	100 %	100
2b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	112	100 %	10
3b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	337	100 %	75
4b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
5a W warunkach stałych	518	100 %	25
5b Przejściowa	20	100 %	Przejście liniowe
6a W warunkach stałych	494	100 %	50
6b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
7 W warunkach stałych	43	Bieg jałowy	0

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

Cykl badania typu H

Tabela przedstawiająca fazy badania RMC-H

RMC Numer fazy	Czas fazy (sekundy)	Prędkość obrotowa silnika [a] [c]	Moment obrotowy (%) [b] [c]
1a W warunkach stałych	27	Bieg jałowy	0
1b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
2a W warunkach stałych	121	100 %	100
2b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
3a W warunkach stałych	347	65 %	19
3b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
4a W warunkach stałych	305	85 %	51
4b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
5a W warunkach stałych	272	75 %	33
5b Przejściowa	20	Przejście liniowe	Przejście liniowe
6 W warunkach stałych	28	Bieg jałowy	0

[a] Zob. załącznik VI pkt 5.2.5, 7.6 i 7.7 w celu uzyskania informacji na temat określania wymaganych testowych prędkości obrotowych.
[b] % momentu obrotowego odnosi się do maksymalnego momentu obrotowego dla zadanej prędkości obrotowej silnika.
[c] Przejście od jednej fazy do następnej w ciągu 20-sekundowej fazy przejściowej. Podczas fazy przejściowej zadaje się liniowy postęp od ustawienia momentu obrotowego dla fazy bieżącej do ustawienia momentu obrotowego dla fazy następnej oraz jednocześnie zadaje się podobny postęp liniowy prędkości obrotowej silnika, jeżeli występuje zmiana ustawienia prędkości obrotowej.

▼B

Dodatek 3

2.4.2.1. **Cykle badania w warunkach zmiennych (NRTC i LSI-NRTC)**

Tabela obciążeń hamulca dynamometrycznego w badaniu NRTC silników

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)	Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)	Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1	0	0	37	33	42	73	62	24
2	0	0	38	57	46	74	64	8
3	0	0	39	44	33	75	58	44
4	0	0	40	31	0	76	65	10
5	0	0	41	22	27	77	65	12
6	0	0	42	33	43	78	68	23
7	0	0	43	80	49	79	69	30
8	0	0	44	105	47	80	71	30
9	0	0	45	98	70	81	74	15
10	0	0	46	104	36	82	71	23
11	0	0	47	104	65	83	73	20
12	0	0	48	96	71	84	73	21
13	0	0	49	101	62	85	73	19
14	0	0	50	102	51	86	70	33
15	0	0	51	102	50	87	70	34
16	0	0	52	102	46	88	65	47
17	0	0	53	102	41	89	66	47
18	0	0	54	102	31	90	64	53
19	0	0	55	89	2	91	65	45
20	0	0	56	82	0	92	66	38
21	0	0	57	47	1	93	67	49
22	0	0	58	23	1	94	69	39
23	0	0	59	1	3	95	69	39
24	1	3	60	1	8	96	66	42
25	1	3	61	1	3	97	71	29
26	1	3	62	1	5	98	75	29
27	1	3	63	1	6	99	72	23
28	1	3	64	1	4	100	74	22
29	1	3	65	1	4	101	75	24
30	1	6	66	0	6	102	73	30
31	1	6	67	1	4	103	74	24
32	2	1	68	9	21	104	77	6
33	4	13	69	25	56	105	76	12
34	7	18	70	64	26	106	74	39
35	9	21	71	60	31	107	72	30
36	17	20	72	63	20	108	75	22

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
109	78	64
110	102	34
111	103	28
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43
122	103	34
123	102	41
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96
276	80	97
277	92	96
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60
356	72	49
357	56	27
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61
586	77	29
587	81	72
588	89	69

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
709	100	68
710	102	71
711	101	64
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5
796	48	6
797	48	4
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1 000	81	50
1 001	81	41
1 002	81	35
1 003	81	37
1 004	81	29
1 005	81	28
1 006	81	24
1 007	81	19
1 008	81	16
1 009	80	16
1 010	83	23
1 011	83	17
1 012	83	13
1 013	83	27
1 014	81	58
1 015	81	60
1 016	81	46
1 017	80	41
1 018	80	36
1 019	81	26
1 020	86	18
1 021	82	35
1 022	79	53
1 023	82	30
1 024	83	29
1 025	83	32
1 026	83	28
1 027	76	60
1 028	79	51
1 029	86	26
1 030	82	34
1 031	84	25
1 032	86	23
1 033	85	22
1 034	83	26
1 035	83	25
1 036	83	37
1 037	84	14
1 038	83	39
1 039	76	70
1 040	78	81
1 041	75	71
1 042	86	47
1 043	83	35
1 044	81	43
1 045	81	41
1 046	79	46
1 047	80	44
1 048	84	20
1 049	79	31
1 050	87	29
1 051	82	49
1 052	84	21
1 053	82	56
1 054	81	30
1 055	85	21
1 056	86	16
1 057	79	52
1 058	78	60
1 059	74	55
1 060	78	84
1 061	80	54
1 062	80	35
1 063	82	24
1 064	83	43
1 065	79	49
1 066	83	50
1 067	86	12
1 068	64	14

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 069	24	14
1 070	49	21
1 071	77	48
1 072	103	11
1 073	98	48
1 074	101	34
1 075	99	39
1 076	103	11
1 077	103	19
1 078	103	7
1 079	103	13
1 080	103	10
1 081	102	13
1 082	101	29
1 083	102	25
1 084	102	20
1 085	96	60
1 086	99	38
1 087	102	24
1 088	100	31
1 089	100	28
1 090	98	3
1 091	102	26
1 092	95	64
1 093	102	23
1 094	102	25
1 095	98	42
1 096	93	68
1 097	101	25
1 098	95	64
1 099	101	35
1 100	94	59
1 101	97	37
1 102	97	60
1 103	93	98
1 104	98	53
1 105	103	13
1 106	103	11
1 107	103	11
1 108	103	13
1 109	103	10
1 110	103	10
1 111	103	11
1 112	103	10
1 113	103	10
1 114	102	18
1 115	102	31
1 116	101	24
1 117	102	19
1 118	103	10
1 119	102	12
1 120	99	56
1 121	96	59
1 122	74	28
1 123	66	62
1 124	74	29
1 125	64	74
1 126	69	40
1 127	76	2
1 128	72	29
1 129	66	65
1 130	54	69
1 131	69	56
1 132	69	40
1 133	73	54
1 134	63	92
1 135	61	67
1 136	72	42
1 137	78	2
1 138	76	34
1 139	67	80
1 140	70	67
1 141	53	70
1 142	72	65
1 143	60	57
1 144	74	29
1 145	69	31
1 146	76	1
1 147	74	22
1 148	72	52
1 149	62	96
1 150	54	72
1 151	72	28
1 152	72	35
1 153	64	68
1 154	74	27
1 155	76	14
1 156	69	38
1 157	66	59
1 158	64	99
1 159	51	86
1 160	70	53
1 161	72	36
1 162	71	47
1 163	70	42
1 164	67	34
1 165	74	2
1 166	75	21
1 167	74	15
1 168	75	13
1 169	76	10
1 170	75	13
1 171	75	10
1 172	75	7
1 173	75	13
1 174	76	8
1 175	76	7
1 176	67	45
1 177	75	13
1 178	75	12
1 179	73	21
1 180	68	46
1 181	74	8
1 182	76	11
1 183	76	14
1 184	74	11
1 185	74	18
1 186	73	22
1 187	74	20
1 188	74	19

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 189	70	22
1 190	71	23
1 191	73	19
1 192	73	19
1 193	72	20
1 194	64	60
1 195	70	39
1 196	66	56
1 197	68	64
1 198	30	68
1 199	70	38
1 200	66	47
1 201	76	14
1 202	74	18
1 203	69	46
1 204	68	62
1 205	68	62

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 206	68	62
1 207	68	62
1 208	68	62
1 209	68	62
1 210	54	50
1 211	41	37
1 212	27	25
1 213	14	12
1 214	0	0
1 215	0	0
1 216	0	0
1 217	0	0
1 218	0	0
1 219	0	0
1 220	0	0
1 221	0	0
1 222	0	0

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 223	0	0
1 224	0	0
1 225	0	0
1 226	0	0
1 227	0	0
1 228	0	0
1 229	0	0
1 230	0	0
1 231	0	0
1 232	0	0
1 233	0	0
1 234	0	0
1 235	0	0
1 236	0	0
1 237	0	0
1 238	0	0

Tabela obciążeń hamulca dynamometrycznego w badaniu LSI-NRTC silników

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	1	8
10	6	54
11	8	61
12	34	59
13	22	46
14	5	51
15	18	51
16	31	50
17	30	56

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
18	31	49
19	25	66
20	58	55
21	43	31
22	16	45
23	24	38
24	24	27
25	30	33
26	45	65
27	50	49
28	23	42
29	13	42
30	9	45
31	23	30
32	37	45
33	44	50
34	49	52
35	55	49

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
36	61	46
37	66	38
38	42	33
39	17	41
40	17	37
41	7	50
42	20	32
43	5	55
44	30	42
45	44	53
46	45	56
47	41	52
48	24	41
49	15	40
50	11	44
51	32	31
52	38	54
53	38	47

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
54	9	55
55	10	50
56	33	55
57	48	56
58	49	47
59	33	44
60	52	43
61	55	43
62	59	38
63	44	28
64	24	37
65	12	44
66	9	47
67	12	52
68	34	21
69	29	44
70	44	54
71	54	62
72	62	57
73	72	56
74	88	71
75	100	69
76	100	34
77	100	42
78	100	54
79	100	58
80	100	38
81	83	17
82	61	15
83	43	22
84	24	35
85	16	39
86	15	45
87	32	34
88	14	42
89	8	48
90	5	51
91	10	41
92	12	37
93	4	47
94	3	49
95	3	50
96	4	49
97	4	48
98	8	43
99	2	51
100	5	46
101	8	41
102	4	47
103	3	49
104	6	45
105	3	48
106	10	42
107	18	27
108	3	50
109	11	41
110	34	29
111	51	57
112	67	63
113	61	32
114	44	31
115	48	54
116	69	65
117	85	65
118	81	29
119	74	21
120	62	23
121	76	58
122	96	75
123	100	77
124	100	27
125	100	79
126	100	79
127	100	81
128	100	57
129	99	52
130	81	35
131	69	29
132	47	22
133	34	28
134	27	37
135	83	60
136	100	74
137	100	7
138	100	2
139	70	18
140	23	39
141	5	54
142	11	40
143	11	34
144	11	41
145	19	25
146	16	32
147	20	31
148	21	38
149	21	42
150	9	51
151	4	49
152	2	51
153	1	58
154	21	57
155	29	47
156	33	45
157	16	49
158	38	45
159	37	43
160	35	42
161	39	43
162	51	49
163	59	55
164	65	54
165	76	62
166	84	59
167	83	29
168	67	35
169	84	54
170	90	58
171	93	43
172	90	29
173	66	19

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
174	52	16
175	49	17
176	56	38
177	73	71
178	86	80
179	96	75
180	89	27
181	66	17
182	50	18
183	36	25
184	36	24
185	38	40
186	40	50
187	27	48
188	19	48
189	23	50
190	19	45
191	6	51
192	24	48
193	49	67
194	47	49
195	22	44
196	25	40
197	38	54
198	43	55
199	40	52
200	14	49
201	11	45
202	7	48
203	26	41
204	41	59
205	53	60
206	44	54
207	22	40
208	24	41
209	32	53
210	44	74
211	57	25
212	22	49
213	29	45
214	19	37
215	14	43
216	36	40
217	43	63
218	42	49
219	15	50
220	19	44
221	47	59
222	67	80
223	76	74
224	87	66
225	98	61
226	100	38
227	97	27
228	100	53
229	100	72
230	100	49
231	100	4
232	100	13
233	87	15
234	53	26
235	33	27
236	39	19
237	51	33
238	67	54
239	83	60
240	95	52
241	100	50
242	100	36
243	100	25
244	85	16
245	62	16
246	40	26
247	56	39
248	81	75
249	98	86
250	100	76
251	100	51
252	100	78
253	100	83
254	100	100
255	100	66
256	100	85
257	100	72
258	100	45
259	98	58
260	60	30
261	43	32
262	71	36
263	44	32
264	24	38
265	42	17
266	22	51
267	13	53
268	23	45
269	29	50
270	28	42
271	21	55
272	34	57
273	44	47
274	19	46
275	13	44
276	25	36
277	43	51
278	55	73
279	68	72
280	76	63
281	80	45
282	83	40
283	78	26
284	60	20
285	47	19
286	52	25
287	36	30
288	40	26
289	45	34
290	47	35
291	42	28
292	46	38
293	48	44

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
294	68	61
295	70	47
296	48	28
297	42	22
298	31	29
299	22	35
300	28	28
301	46	46
302	62	69
303	76	81
304	88	85
305	98	81
306	100	74
307	100	13
308	100	11
309	100	17
310	99	3
311	80	7
312	62	11
313	63	11
314	64	16
315	69	43
316	81	67
317	93	74
318	100	72
319	94	27
320	73	15
321	40	33
322	40	52
323	50	50
324	11	53
325	12	45
326	5	50
327	1	55
328	7	55
329	62	60
330	80	28
331	23	37
332	39	58
333	47	24
334	59	51
335	58	68
336	36	52
337	18	42
338	36	52
339	59	73
340	72	85
341	85	92
342	99	90
343	100	72
344	100	18
345	100	76
346	100	64
347	100	87
348	100	97
349	100	84
350	100	100
351	100	91
352	100	83
353	100	93
354	100	100
355	94	43
356	72	10
357	77	3
358	48	2
359	29	5
360	59	19
361	63	5
362	35	2
363	24	3
364	28	2
365	36	16
366	54	23
367	60	10
368	33	1
369	23	0
370	16	0
371	11	0
372	20	0
373	25	2
374	40	3
375	33	4
376	34	5
377	46	7
378	57	10
379	66	11
380	75	14
381	79	11
382	80	16
383	92	21
384	99	16
385	83	2
386	71	2
387	69	4
388	67	4
389	74	16
390	86	25
391	97	28
392	100	15
393	83	2
394	62	4
395	40	6
396	49	10
397	36	5
398	27	4
399	29	3
400	22	2
401	13	3
402	37	36
403	90	26
404	41	2
405	25	2
406	29	2
407	38	7
408	50	13
409	55	10
410	29	3
411	24	7
412	51	16
413	62	15

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
414	72	35
415	91	74
416	100	73
417	100	8
418	98	11
419	100	59
420	100	98
421	100	99
422	100	75
423	100	95
424	100	100
425	100	97
426	100	90
427	100	86
428	100	82
429	97	43
430	70	16
431	50	20
432	42	33
433	89	64
434	89	77
435	99	95
436	100	41
437	77	12
438	29	37
439	16	41
440	16	38
441	15	36
442	18	44
443	4	55
444	24	26
445	26	35
446	15	45
447	21	39
448	29	52
449	26	46
450	27	50
451	13	43
452	25	36
453	37	57
454	29	46
455	17	39
456	13	41
457	19	38
458	28	35
459	8	51
460	14	36
461	17	47
462	34	39
463	34	57
464	11	70
465	13	51
466	13	68
467	38	44
468	53	67
469	29	69
470	19	65
471	52	45
472	61	79
473	29	70
474	15	53
475	15	60
476	52	40
477	50	61
478	13	74
479	46	51
480	60	73
481	33	84
482	31	63
483	41	42
484	26	69
485	23	65
486	48	49
487	28	57
488	16	67
489	39	48
490	47	73
491	35	87
492	26	73
493	30	61
494	34	49
495	35	66
496	56	47
497	49	64
498	59	64
499	42	69
500	6	77
501	5	59
502	17	59
503	45	53
504	21	62
505	31	60
506	53	68
507	48	79
508	45	61
509	51	47
510	41	48
511	26	58
512	21	62
513	50	52
514	39	65
515	23	65
516	42	62
517	57	80
518	66	81
519	64	62
520	45	42
521	33	42
522	27	57
523	31	59
524	41	53
525	45	72
526	48	73
527	46	90
528	56	76
529	64	76
530	69	64
531	72	59
532	73	58
533	71	56

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
534	66	48
535	61	50
536	55	56
537	52	52
538	54	49
539	61	50
540	64	54
541	67	54
542	68	52
543	60	53
544	52	50
545	45	49
546	38	45
547	32	45
548	26	53
549	23	56
550	30	49
551	33	55
552	35	59
553	33	65
554	30	67
555	28	59
556	25	58
557	23	56
558	22	57
559	19	63
560	14	63
561	31	61
562	35	62
563	21	80
564	28	65
565	7	74
566	23	54
567	38	54
568	14	78
569	38	58
570	52	75
571	59	81
572	66	69
573	54	44
574	48	34
575	44	33
576	40	40
577	28	58
578	27	63
579	35	45
580	20	66
581	15	60
582	10	52
583	22	56
584	30	62
585	21	67
586	29	53
587	41	56
588	15	67
589	24	56
590	42	69
591	39	83
592	40	73
593	35	67
594	32	61
595	30	65
596	30	72
597	48	51
598	66	58
599	62	71
600	36	63
601	17	59
602	16	50
603	16	62
604	34	48
605	51	66
606	35	74
607	15	56
608	19	54
609	43	65
610	52	80
611	52	83
612	49	57
613	48	46
614	37	36
615	25	44
616	14	53
617	13	64
618	23	56
619	21	63
620	18	67
621	20	54
622	16	67
623	26	56
624	41	65
625	28	62
626	19	60
627	33	56
628	37	70
629	24	79
630	28	57
631	40	57
632	40	58
633	28	44
634	25	41
635	29	53
636	31	55
637	26	64
638	20	50
639	16	53
640	11	54
641	13	53
642	23	50
643	32	59
644	36	63
645	33	59
646	24	52
647	20	52
648	22	55
649	30	53
650	37	59
651	41	58
652	36	54
653	29	49

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
654	24	53
655	14	57
656	10	54
657	9	55
658	10	57
659	13	55
660	15	64
661	31	57
662	19	69
663	14	59
664	33	57
665	41	65
666	39	64
667	39	59
668	39	51
669	28	41
670	19	49
671	27	54
672	37	63
673	32	74
674	16	70
675	12	67
676	13	60
677	17	56
678	15	62
679	25	47
680	27	64
681	14	71
682	5	65
683	6	57
684	6	57
685	15	52
686	22	61
687	14	77
688	12	67
689	12	62
690	14	59
691	15	58
692	18	55
693	22	53
694	19	69
695	14	67
696	9	63
697	8	56
698	17	49
699	25	55
700	14	70
701	12	60
702	22	57
703	27	67
704	29	68
705	34	62
706	35	61
707	28	78
708	11	71
709	4	58
710	5	58
711	10	56
712	20	63
713	13	76
714	11	65
715	9	60
716	7	55
717	8	53
718	10	60
719	28	53
720	12	73
721	4	64
722	4	61
723	4	61
724	10	56
725	8	61
726	20	56
727	32	62
728	33	66
729	34	73
730	31	61
731	33	55
732	33	60
733	31	59
734	29	58
735	31	53
736	33	51
737	33	48
738	27	44
739	21	52
740	13	57
741	12	56
742	10	64
743	22	47
744	15	74
745	8	66
746	34	47
747	18	71
748	9	57
749	11	55
750	12	57
751	10	61
752	16	53
753	12	75
754	6	70
755	12	55
756	24	50
757	28	60
758	28	64
759	23	60
760	20	56
761	26	50
762	28	55
763	18	56
764	15	52
765	11	59
766	16	59
767	34	54
768	16	82
769	15	64
770	36	53
771	45	64
772	41	59
773	34	50

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
774	27	45
775	22	52
776	18	55
777	26	54
778	39	62
779	37	71
780	32	58
781	24	48
782	14	59
783	7	59
784	7	55
785	18	49
786	40	62
787	44	73
788	41	68
789	35	48
790	29	54
791	22	69
792	46	53
793	59	71
794	69	68
795	75	47
796	62	32
797	48	35
798	27	59
799	13	58
800	14	54
801	21	53
802	23	56
803	23	57
804	23	65
805	13	65
806	9	64
807	27	56
808	26	78
809	40	61
810	35	76
811	28	66
812	23	57
813	16	50
814	11	53
815	9	57
816	9	62
817	27	57
818	42	69
819	47	75
820	53	67
821	61	62
822	63	53
823	60	54
824	56	44
825	49	39
826	39	35
827	30	34
828	33	46
829	44	56
830	50	56
831	44	52
832	38	46
833	33	44
834	29	45
835	24	46
836	18	52
837	9	55
838	10	54
839	20	53
840	27	58
841	29	59
842	30	62
843	30	65
844	27	66
845	32	58
846	40	56
847	41	57
848	18	73
849	15	55
850	18	50
851	17	52
852	20	49
853	16	62
854	4	67
855	2	64
856	7	54
857	10	50
858	9	57
859	5	62
860	12	51
861	14	65
862	9	64
863	31	50
864	30	78
865	21	65
866	14	51
867	10	55
868	6	59
869	7	59
870	19	54
871	23	61
872	24	62
873	34	61
874	51	67
875	60	66
876	58	55
877	60	52
878	64	55
879	68	51
880	63	54
881	64	50
882	68	58
883	73	47
884	63	40
885	50	38
886	29	61
887	14	61
888	14	53
889	42	6
890	58	6
891	58	6
892	77	39
893	93	56

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
894	93	44
895	93	37
896	93	31
897	93	25
898	93	26
899	93	27
900	93	25
901	93	21
902	93	22
903	93	24
904	93	23
905	93	27
906	93	34
907	93	32
908	93	26
909	93	31
910	93	34
911	93	31
912	93	33
913	93	36
914	93	37
915	93	34
916	93	30
917	93	32
918	93	35
919	93	35
920	93	32
921	93	28
922	93	23
923	94	18
924	95	18
925	96	17
926	95	13
927	96	10
928	95	9
929	95	7
930	95	7
931	96	7
932	96	6
933	96	6
934	95	6
935	90	6
936	69	43
937	76	62
938	93	47
939	93	39
940	93	35
941	93	34
942	93	36
943	93	39
944	93	34
945	93	26
946	93	23
947	93	24
948	93	24
949	93	22
950	93	19
951	93	17
952	93	19
953	93	22
954	93	24
955	93	23
956	93	20
957	93	20
958	94	19
959	95	19
960	95	17
961	96	13
962	95	10
963	96	9
964	95	7
965	95	7
966	95	7
967	95	6
968	96	6
969	96	6
970	89	6
971	68	6
972	57	6
973	66	32
974	84	52
975	93	46
976	93	42
977	93	36
978	93	28
979	93	23
980	93	19
981	93	16
982	93	15
983	93	16
984	93	15
985	93	14
986	93	15
987	93	16
988	94	15
989	93	32
990	93	45
991	93	43
992	93	37
993	93	29
994	93	23
995	93	20
996	93	18
997	93	16
998	93	17
999	93	16
1 000	93	15
1 001	93	15
1 002	93	15
1 003	93	14
1 004	93	15
1 005	93	15
1 006	93	14
1 007	93	13
1 008	93	14
1 009	93	14
1 010	93	15
1 011	93	16
1 012	93	17
1 013	93	20

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 014	93	22
1 015	93	20
1 016	93	19
1 017	93	20
1 018	93	19
1 019	93	19
1 020	93	20
1 021	93	32
1 022	93	37
1 023	93	28
1 024	93	26
1 025	93	24
1 026	93	22
1 027	93	22
1 028	93	21
1 029	93	20
1 030	93	20
1 031	93	20
1 032	93	20
1 033	93	19
1 034	93	18
1 035	93	20
1 036	93	20
1 037	93	20
1 038	93	20
1 039	93	19
1 040	93	18
1 041	93	18
1 042	93	17
1 043	93	16
1 044	93	16
1 045	93	15
1 046	93	16
1 047	93	18
1 048	93	37
1 049	93	48
1 050	93	38
1 051	93	31
1 052	93	26
1 053	93	21
1 054	93	18
1 055	93	16
1 056	93	17
1 057	93	18
1 058	93	19
1 059	93	21
1 060	93	20
1 061	93	18
1 062	93	17
1 063	93	17
1 064	93	18
1 065	93	18
1 066	93	18
1 067	93	19
1 068	93	18
1 069	93	18
1 070	93	20
1 071	93	23
1 072	93	25
1 073	93	25
1 074	93	24
1 075	93	24
1 076	93	22
1 077	93	22
1 078	93	22
1 079	93	19
1 080	93	16
1 081	95	17
1 082	95	37
1 083	93	43
1 084	93	32
1 085	93	27
1 086	93	26
1 087	93	24
1 088	93	22
1 089	93	22
1 090	93	22
1 091	93	23
1 092	93	22
1 093	93	22
1 094	93	23
1 095	93	23
1 096	93	23
1 097	93	22
1 098	93	23
1 099	93	23
1 100	93	23
1 101	93	25
1 102	93	27
1 103	93	26
1 104	93	25
1 105	93	27
1 106	93	27
1 107	93	27
1 108	93	24
1 109	93	20
1 110	93	18
1 111	93	17
1 112	93	17
1 113	93	18
1 114	93	18
1 115	93	18
1 116	93	19
1 117	93	22
1 118	93	22
1 119	93	19
1 120	93	17
1 121	93	17
1 122	93	18
1 123	93	18
1 124	93	19
1 125	93	19
1 126	93	20
1 127	93	19
1 128	93	20
1 129	93	25
1 130	93	30
1 131	93	31
1 132	93	26
1 133	93	21

▼B

Czas (s)	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)
1 134	93	18
1 135	93	20
1 136	93	25
1 137	93	24
1 138	93	21
1 139	93	21
1 140	93	22
1 141	93	22
1 142	93	28
1 143	93	29
1 144	93	23
1 145	93	21
1 146	93	18
1 147	93	16
1 148	93	16
1 149	93	16
1 150	93	17
1 151	93	17
1 152	93	17
1 153	93	17
1 154	93	23
1 155	93	26
1 156	93	22
1 157	93	18
1 158	93	16
1 159	93	16
1 160	93	17
1 161	93	19
1 162	93	18
1 163	93	16
1 164	93	19
1 165	93	22
1 166	93	25
1 167	93	29
1 168	93	27
1 169	93	22
1 170	93	18
1 171	93	16
1 172	93	19
1 173	93	19
1 174	93	17
1 175	93	17
1 176	93	17
1 177	93	16
1 178	93	16
1 179	93	15
1 180	93	16
1 181	93	15
1 182	93	17
1 183	93	21
1 184	93	30
1 185	93	53
1 186	93	54
1 187	93	38
1 188	93	30
1 189	93	24
1 190	93	20
1 191	95	20
1 192	96	18
1 193	96	15
1 194	96	11
1 195	95	9
1 196	95	8
1 197	96	7
1 198	94	33
1 199	93	46
1 200	93	37
1 201	16	8
1 202	0	0
1 203	0	0
1 204	0	0
1 205	0	0
1 206	0	0
1 207	0	0
1 208	0	0
1 209	0	0