

1681**ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI I PRACY¹⁾**

z dnia 19 sierpnia 2005 r.

w sprawie szczegółowych wymagań dla silników spalinowych w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych przez te silniki²⁾

Na podstawie art. 10 ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z 2004 r. Nr 204, poz. 2087 oraz z 2005 r. Nr 64, poz. 565) zarządza się, co następuje:

Rozdział 1**Przepisy ogólne**

§ 1. Rozporządzenie określa:

- 1) szczegółowe wymagania dla silników spalinowych, które będą zamontowane w niedrogowych maszynach ruchomych, i pomocniczych silników przeznaczonych do zamontowania w pojazdach stosowanych do przewozu osób lub ładunków po drogach, w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych przez te silniki;
- 2) warunki i tryb przeprowadzania badań silników, o których mowa w pkt 1;
- 3) sposoby identyfikacji i oznakowania silników, o których mowa w pkt 1.

§ 2. Przepisów rozporządzenia nie stosuje się do silników do napędu:

- 1) statków, z wyjątkiem jednostek pływających po wodach śródlądowych;
- 2) statków powietrznych;

3) pojazdów rekreacyjnych, w szczególności pojazdów: śnieżnych, wieloterenowych oraz motocykli terenowych;

4) ciągników rolniczych.

§ 3. 1. Użyte w rozporządzeniu określenia oznaczają:

- 1) niedrogowa maszyna ruchoma — transportowe urządzenie przemysłowe lub pojazd z nadwoziem albo pojazd bez nadwozia nieprzeznaczony do przewozu osób lub ładunków po drogach oraz dowolną maszyną ruchomą przeznaczoną i przystosowaną do poruszania się lub do przemieszczania się po drogach lub po szynach i wyposażoną w silnik:
 - a) o zapłonie samoczynnym o mocy netto równej lub większej niż 19 kW, lecz nie większej niż 560 kW, który pracuje raczej przy zmiennej prędkości obrotowej niż przy jednej stałej prędkości obrotowej, działający na zasadzie samozapłonu, lub
 - b) o zapłonie samoczynnym o mocy netto równej lub większej niż 19 kW, lecz nie większej niż 560 kW, który pracuje przy stałej prędkości obrotowej, działający na zasadzie samozapłonu, lub
 - c) o zapłonie iskrowym o mocy netto nie większej niż 19 kW, działający na zasadzie zapłonu iskrowego, zasilany benzyną, lub

¹⁾ Minister Gospodarki i Pracy kieruje działem administracji rządowej — gospodarka, na podstawie § 1 ust. 2 pkt 1 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 11 czerwca 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Gospodarki i Pracy (Dz. U. Nr 134, poz. 1428).

²⁾ Przepisy niniejszego rozporządzenia wdrażają postanowienia:

- dyrektywy 97/68/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 1997 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do środków dotyczących ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silników spalinowych montowanych w maszynach samojezdnych nieporuszających się po drogach (Dz. Urz. WE L 059 z 27.02.1998, str. 1—86);
- dyrektywy Komisji 2001/63/WE z dnia 17 sierpnia 2001 r. dostosowującej do postępu technicznego dyrektywę 97/68/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do środków dotyczących ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silników spalinowych montowanych w maszynach samojezdnych nieporuszających się po drogach (Dz. Urz. WE L 227 z 23.08.2001, str. 41—43);
- dyrektywy 2002/88/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 9 grudnia 2002 r. zmieniającej dyrektywę 97/68/WE w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do środków dotyczących ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silników spalinowych montowanych w maszynach samojezdnych nieporuszających się po drogach (Dz. Urz. WE L 035 z 11.02.2003, str. 28—81);
- dyrektywy 2004/26/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. zmieniającej dyrektywę 97/68/WE w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do środków dotyczących ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silników spalinowych montowanych w niedrogowych maszynach samojezdnych nieporuszających się po drogach (Dz. Urz. UE L 225 z 25.06.2004).

Dane dotyczące aktów prawa Unii Europejskiej ogłoszone przed dniem 1 maja 2004 r., zamieszczone w niniejszym rozporządzeniu, dotyczą ogłaszania tych aktów w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej — wydanie specjalne.

- d) skonstruowany do napędu wagonów silnikowych, które są samojezdnymi pojazdami szynowymi przeznaczonymi do przewozu ładunków lub pasażerów, lub
- e) skonstruowany do napędu lokomotyw, które są samojezdnymi pojazdami szynowymi przeznaczonymi do poruszania lub napędu wagonów zaprojektowanych do przewozu ładunków oraz pasażerów, z wyjątkiem osób obsługujących lokomotywę, i innych urządzeń;
- 2) silnik — silnik o zapłonie samoczynnym oraz o zapłonie iskrowym;
- 3) silnik zamienny — silnik nowo zbudowany, przeznaczony jako część zamienna do zastąpienia silnika zamontowanego w niedrogowej maszynie ruchomej;
- 4) silnik pomocniczy — silnik zamontowany w pojeździe lub na pojeździe, niedostarczający mocy służącej do napędu pojazdu;
- 5) silnik do maszyn „trzymaanych w ręku” — silnik spełniający co najmniej jeden z poniższych warunków:
- a) musi być użytkowany w elemencie wyposażenia, który jest niesiony przez operatora, w całym zakresie możliwości jego przewidzianego działania,
- b) musi być użytkowany w elemencie wyposażenia, który pracuje wielopozycyjnie, w pozycji odwróconej lub bocznej przy spełnieniu jego przewidzianych funkcji,
- c) musi być użytkowany w elemencie wyposażenia, którego ciężar netto wraz z silnikiem wynosi mniej niż 20 kg i jest spełniony co najmniej jeden z warunków:
- operator musi zapewniać albo podparcie elementu wyposażenia albo nieść ten element, w zakresie możliwości jego przewidzianego działania,
- operator musi zapewniać podparcie elementu wyposażenia lub sterować jego położeniem, w zakresie możliwości jego przewidzianego działania,
- musi być użytkowany w generatorze lub pompie;
- 6) zanieczyszczenia gazowe — tlenek węgla (CO), węglowodory (HC) wyrażone jako C1:H1.85 i tlenki azotu (NO_x) wyrażone jako ekwiwalent dwutlenku azotu (NO₂);
- 7) cząstki stałe — materiał osadzony na odpowiednim filtrze po przepływie rozrzedzonych gazów spalinowych silnika o zapłonie samoczynnym, rozcieńczonych czystym przefiltrowanym powietrzem, tak aby ich temperatura nie przekraczała 325 K (52 °C);
- 8) moc netto — moc silnika w kW uzyskiwaną na stanowisku badawczym na końcówce wału korbowego lub jej odpowiedniku, mierzoną zgodnie z metodą pomiaru mocy silnika spalinowego, przeznaczonego dla pojazdów poruszających się po drogach, z tym że mocy wentylatora silnika nie uwzględnia się;
- 9) znamionowa prędkość obrotowa — maksymalną prędkość obrotową przy pełnym obciążeniu, ograniczoną przez regulator, zgodnie z danymi producenta;
- 10) obciążenia częściowe — część maksymalnego momentu obrotowego przy danej prędkości obrotowej;
- 11) prędkość obrotowa momentu maksymalnego — prędkość obrotową silnika, przy której osiąga on maksymalny moment obrotowy, zgodnie z danymi producenta;
- 12) prędkość obrotowa pośrednia — prędkość obrotową silnika, przy zachowaniu następujących warunków:
- a) dla silników przeznaczonych do pracy w zakresie prędkości obrotowej na krzywej momentu przy pełnym obciążeniu, jako prędkość obrotowa pośrednia powinna być przyjęta deklarowana prędkość obrotowa momentu maksymalnego, jeżeli występuje on między 60 % a 75 % prędkości obrotowej znamionowej,
- b) jeżeli deklarowana prędkość obrotowa momentu maksymalnego jest mniejsza niż 60 % prędkości obrotowej znamionowej, prędkość obrotowa pośrednia powinna wynosić 60 % prędkości obrotowej znamionowej,
- c) jeżeli deklarowana prędkość obrotowa momentu maksymalnego jest większa niż 75 % prędkości obrotowej znamionowej, wówczas prędkość obrotowa pośrednia powinna wynosić 75 % prędkości obrotowej znamionowej,
- d) dla silników przeznaczonych do badania według cyklu G1, prędkość obrotowa powinna wynosić 85 % znamionowej prędkości obrotowej;
- 13) typ silnika — kategorię silników, które różnią się między sobą pod względem podstawowych cech charakterystycznych, wyspecyfikowanych w dokumencie informacyjnym określonym w załączniku nr 1 do rozporządzenia;
- 14) rodzina silników — grupę silników wydzieloną przez producenta o podobnych charakterystykach emisji spalin;
- 15) rodzina silników małoseryjnych — rodzinę silników o zapłonie iskrowym o całkowitej rocznej produkcji mniejszej niż 5 000 sztuk;

- 16) silnik macierzysty — silnik wybrany z rodziny silników;
- 17) parametr nastawny — urządzenie nastawne, układ lub element o konstrukcji, która może mieć wpływ na emisję zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych lub osiągi silnika podczas badania tej emisji lub w czasie normalnej pracy silnika;
- 18) dodatkowe oczyszczanie — przejście spalin przez urządzenie lub układ, którego przeznaczeniem jest dokonanie chemicznej lub fizycznej zmiany w spalinach przed ich ujściem do atmosfery;
- 19) dodatkowe urządzenie sterujące emisją — dowolne urządzenie, które mierzy parametry pracy silnika w celu regulacji każdej części układu sterowania emisją zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych;
- 20) układ sterowania emisją zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych — urządzenie, układ lub element o konstrukcji, która umożliwia sterowanie tą emisją lub jej zmniejszenie;
- 21) okres trwałości emisji — liczbę godzin określoną w procedurze testu dla silników o zapłonie iskrowym, zgodnie z normami emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, stosowaną do określenia współczynników pogorszenia emisji;
- 22) układ paliwowy silnika — części składowe związane z dozowaniem i przygotowaniem mieszanki paliwa;
- 23) długość fazy — czas między zmianą prędkości obrotowej i/lub momentu obrotowego poprzedniej fazy lub fazy przygotowawczej a rozpoczęciem następnej fazy; zawiera ona czas, podczas którego prędkość obrotowa i/lub moment obrotowy są zmieniające, oraz stabilizację na początku każdej fazy;
- 24) cykl testu — sekwencję punktów testu o zdefiniowanej prędkości obrotowej i momencie obrotowym, w których ma pracować silnik w warunkach stacjonarnych (test NRSC) lub niestacjonarnych (test NRTC);
- 25) urządzenie unieruchamiające — urządzenie, które mierzy, wyczuwa lub reaguje na parametry eksploatacyjne w celu uaktywnienia, modulowania, opóźnienia lub odłączenia pracy jakiegokolwiek elementu lub funkcji układu ograniczenia emisji, tak aby efektywność tego układu została ograniczona w warunkach występujących podczas normalnej eksploatacji niedrogowej maszyny ruchomej, chyba że stosowanie takiego urządzenia jest włączone do procedury dotyczącej homologacji testu emisji;
- 26) nieracjonalna strategia kontroli — strategię, która podczas pracy niedrogowej maszyny ruchomej w normalnych warunkach eksploatacji ogranicza efektywność układu ograniczenia emisji zamie-
- czyszczeń gazowych i cząstek stałych do poziomu niższego niż oczekiwany w stosowanej procedurze testu emisji;
- 27) ważne świadectwo żeglugi lub bezpieczeństwa — świadectwo potwierdzające zgodność z:
- a) Międzynarodową Konwencją o Bezpieczeństwie Życia na Morzu (SOLAS) z 1974 r., lub
- b) Międzynarodową Konwencją o Liniach Ładunkowych z 1966 r. i świadectwo IOPP potwierdzające zgodność z Międzynarodową Konwencją o Zapobieganiu Zanieczyszczeniu przez Statki (MARPOL);
- 28) jednostka pływająca po wodach śródlądowych — jednostkę przeznaczoną do używania na wodach śródlądowych, mającą długość równą 20 m lub większą i objętość 100 m³ lub większą, obliczoną w sposób określony w pkt 29, lub holownik albo pchacz zbudowany do holowania lub pchania lub prowadzenia przy burcie jednostek mających długość równą 20 m lub większą, z wyjątkiem:
- a) jednostek pływających po wodach śródlądowych przeznaczonych do transportu pasażerów, przewożących nie więcej niż 12 osób bez wliczenia ich załogi,
- b) rekreacyjnych jednostek pływających, mających długość mniejszą niż 24 m, w rozumieniu przepisów o systemie oceny zgodności,
- c) jednostek obsługi należących do organów kontrolujących,
- d) statków przeciwpożarowych,
- e) statków pełnomorskich, w tym holowników pełnomorskich i pchaczy pływających lub stojących w akwenach wód pływowych lub czasowo na drogach wodnych śródlądowych, pod warunkiem że mają one ważne świadectwo żeglugi lub bezpieczeństwa;
- 29) objętość 100 m³ lub większa — objętość jednostki pływającej po wodach śródlądowych, obliczoną według wzoru:
- $L \times B \times T$, w którym „L” jest maksymalną długością kadłuba, bez steru i bukszprytu, „B” jest maksymalną szerokością kadłuba, mierzoną od zewnętrznej krawędzi jego poszycia, w szczególności bez kół łopatkowych oraz belek odbojowych, zaś „T” jest odległością pionową między najniższym punktem konstrukcyjnym kadłuba lub stępką a maksymalną linią zanurzenia;
- 30) formuła elastyczna — procedurę umożliwiającą producentowi silnika wprowadzenie do obrotu, niezależnie od obowiązywania etapów określających wartości graniczne, o których mowa w § 14, ograniczonej liczby silników przeznaczonych do zamontowania w niedrogowych maszynach ru-

chomych i spełniających wartości graniczne jedynie dla wcześniejszego z tych etapów.

2. Do niedrogowych maszyn ruchomych, w których zamontowane są silniki:

1) o zapłonie samoczynnym, zalicza się między innymi:

- a) przemysłowe urządzenia wiertnicze, sprężarki,
- b) urządzenia budowlane, w tym ładowarki kołowe, spycharki, ciągniki gąsienicowe, ładowarki gąsienicowe, ładowarki typu samochodowego, pozadrogowe samochody ciężarowe oraz koparki hydrauliczne,

c) urządzenia rolnicze, rotacyjne maszyny do uprawy roli, samojezdne pojazdy rolnicze, z wyjątkiem ciągników,

d) urządzenia stosowane w gospodarce leśnej,

e) urządzenia do podawania materiałów, wózki podnośnikowe,

f) urządzenia do naprawy dróg, w tym równiarki silnikowe, walce drogowe, równiarki do asfaltu,

g) urządzenia do odśnieżania,

h) urządzenia do wspomaganie naziemnego na lotniskach,

i) podnośniki bramowe,

j) dźwigi ruchome,

k) sprężarki gazowe,

l) generatory prądotwórcze ze zmiennym obciążeniem, zawierające zespoły chłodzące i zestawy spawalnicze,

m) pompy irygacyjne,

n) maszyny do pielęgnacji murawy, dłuta pneumatyczne, wyposażenie do usuwania śniegu,

o) zamiatarki;

2) o zapłonie iskrowym, zalicza się między innymi:

a) kosiarki trawnikowe, piły łańcuchowe,

b) generatory,

c) pompy wodne,

d) przycinarki żywoptotów.

§ 4. 1. Do obrotu mogą być wprowadzane nowe silniki zamontowane albo niezamontowane w niedrogowych maszynach ruchomych, z zastrzeżeniem § 15 ust. 4 i § 24 ust. 3:

1) jeżeli spełniają wymagania określone w rozporządzeniu;

2) dla których wydano certyfikat homologacji typu.

2. Przez certyfikat homologacji typu rozumie się:

1) świadectwo homologacji typu pojazdu wydawane dla pojazdów i części znajdujących się w typie pojazdu, na zasadach i w trybie określonych w przepisach o ruchu drogowym;

2) świadectwo homologacji „E” wydawane dla wyposażenia pojazdu i części motoryzacyjnych, na podstawie Regulaminu EKG ONZ, którego Rzeczpospolita Polska jest stroną.

§ 5. W przypadku gdy silnik nie spełnia wymagań określonych w rozporządzeniu, nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silnika lub rodziny silników.

§ 6. 1. Zabudowa silnika w niedrogowej maszynie ruchomej powinna spełniać wymagania określone w certyfikacie homologacji typu, a także następujące wymagania techniczne:

1) podciśnienie w układzie dolotowym;

2) nadciśnienie w układzie wylotowym.

2. Wymagania, o których mowa w ust. 1, nie powinny przekraczać wartości określonej w informacji zamieszczonej odpowiednio w załączniku nr 1.1 do rozporządzenia albo w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia.

§ 7. Silnik pomocniczy o mocy netto większej niż 560 kW, przewidziany do montażu w jednostkach pływających po wodach śródlądowych, musi spełniać wymagania określone dla silnika do napędu tych jednostek.

§ 8. Silniki zamienne, z wyjątkiem silników do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, wagonów silnikowych i lokomotyw, powinny spełniać wartości graniczne, jakie musiał spełniać silnik zamieniany, gdy był wprowadzony do obrotu.

§ 9. 1. Silnik, który wydała spaliny zmieszane z wodą, powinien być wyposażony w łącznik w układzie wydechowym silnika umieszczony, w kierunku przepływu, za silnikiem i przed punktem, w którym spaliny wchodzi w kontakt z wodą lub inną cieczą chłodzącą bądź płuczącą, do czasowego zamocowania wyposażenia do poboru zanieczyszczeń gazowych lub cząstek stałych; umieszczenie tego łącznika powinno zapewnić pobór dobrze zmieszanej, reprezentatywnej próbki spalin.

2. Łącznik powinien mieć znormalizowany wewnętrzny gwint rurowy nie większy niż pół cala i gdy nie jest używany, powinien być zamknięty za pomocą zaślepki; dopuszczalne są łączniki ekwiwalentne.

Rozdział 2

Szczegółowe wymagania dla silników o zapłonie samoczynnym w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych

§ 10. 1. Części składowe silnika o zapłonie samoczynnym, które mogą wpłynąć na emisję zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, powinny być zaprojektowane, wykonane i zamontowane tak, aby silnik, w warunkach normalnego użytkowania, mimo drgań, którym podlega, spełniał wymagania określone w rozporządzeniu.

2. Producent silnika o zapłonie samoczynnym powinien zastosować takie środki techniczne, aby zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu zapewniły skuteczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych podczas eksploatacji silnika w warunkach prawidłowego użytkowania.

3. Jeżeli w silniku o zapłonie samoczynnym zamontowany został reaktor katalityczny lub wychwytywacz cząstek stałych, jako urządzenie do dodatkowego oczyszczania spalin, producent powinien wykazać, przeprowadzając samodzielnie badanie trwałości zgodnie z dobrą praktyką inżynierską i dokonując rejestracji tych badań, że urządzenia te będą prawidłowo działać przez okres użytkowania silnika.

4. Dopuszcza się systematyczną wymianę urządzeń do dodatkowego oczyszczania spalin po okresie pracy silnika określonym przez producenta.

5. Regulacja, naprawa, demontaż, czyszczenie lub wymiana elementów lub podzespołów silnika o zapłonie samoczynnym wykonywane okresowo, w celu zabezpieczenia silnika przed nieprawidłowym działaniem, w stosunku do urządzenia do dodatkowego oczyszczania spalin, może być wykonywana tylko w takim zakresie, jaki jest technicznie konieczny dla zapewnienia prawidłowego działania układu ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych.

6. Sposób wykonywania czynności, o których mowa w ust. 5, powinien być określony w instrukcji obsługi i zatwierdzony przed wydaniem certyfikatu homologacji typu.

§ 11. 1. Silniki o zapłonie samoczynnym, z wyjątkiem silników do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, lokomotyw oraz wagonów silnikowych, mogą być wprowadzone do obrotu na podstawie formuły elastycznej w trybie określonym w § 18—20.

2. Silniki o zapłonie samoczynnym wprowadzone do obrotu na podstawie formuły elastycznej powinny być oznakowane w sposób określony w § 38.

§ 12. 1. Zanieczyszczenia gazowe i cząstki stałe emitowane przez silnik o zapłonie samoczynnym pod-

dany badaniom mierzy się za pomocą metod opisanych w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia.

2. Emisja zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silnika o zapłonie samoczynnym może być mierzona za pomocą innych niż określone w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia metod pomiarów lub analizatorów, pod warunkiem że zapewnią one uzyskanie wyników emisji:

- 1) zanieczyszczeń gazowych mierzonych w spalinach nierozcieńczonych — układ przedstawiony na rys. 2 w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia;
- 2) zanieczyszczeń gazowych mierzonych w spalinach rozcieńczonych w układzie przepływu całkowitego rozcieńczonej mieszaniny — układ przedstawiony na rys. 3 w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia;
- 3) cząstek stałych mierzonych w układzie przepływu całkowitego spalin rozcieńczonych działającym z odrębnym filtrem dla każdej fazy lub przy użyciu metody jednego filtra — układ przedstawiony na rys. 13 w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia.

3. Określenie równoważności układu pomiarowego powinno być oparte na zbadaniu, na podstawie cyklu siedmiu testów lub ich większej liczby, zależności pomiędzy rozpatrywanym układem a jednym lub kilkoma układami odniesienia wymienionymi w ust. 2.

4. Kryterium równoważności układu pomiarowego definiuje się jako ± 5 % zgodności ważonych wartości emisji cyklu, przy zastosowaniu cyklu testu określonego w pkt 4 załącznika nr 2 do rozporządzenia.

§ 13. 1. Jeżeli silnik o zapłonie samoczynnym spełnia wymagania określone w rozporządzeniu dotyczące emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, nie można odmówić wydania certyfikatu homologacji typu silnika lub rodziny silników oraz żądać spełnienia wymagań innych niż określone w rozporządzeniu.

2. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu po dniu 30 czerwca 1998 r. dla silników o mocy netto:

- 1) $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „A”,
- 2) $75 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „B”,
- 3) $37 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „C”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 2.

3. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu po dniu:

- 1) 31 grudnia 1999 r. dla silników o mocy netto $18 \text{ kW} \leq P \leq 37 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „D”,
- 2) 31 grudnia 2000 r. dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „E”,

3) 31 grudnia 2001 r. dla silników o mocy netto $75 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „F”,

4) 31 grudnia 2002 r. dla silników o mocy netto $37 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „G”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 4.

4. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, po dniu:

1) 30 czerwca 2005 r. dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „H”,

2) 31 grudnia 2005 r. dla silników o mocy netto $75 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „I”,

3) 31 grudnia 2006 r. dla silników o mocy netto $37 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „J”,

4) 31 grudnia 2005 r. dla silników o mocy netto $19 \text{ kW} \leq P \leq 37 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „K”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 5.

5. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, po dniu:

1) 31 grudnia 2009 r. dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „H”,

2) 31 grudnia 2009 r. dla silników o mocy netto $75 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „I”,

3) 31 grudnia 2010 r. dla silników o mocy netto $37 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczonych do kategorii „J”,

4) 31 grudnia 2009 r. dla silników o mocy netto $19 \text{ kW} \leq P \leq 37 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „K”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 5.

6. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, po dniu:

1) 31 grudnia 2009 r. dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „L”,

2) 31 grudnia 2010 r. dla silników o mocy netto $75 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „M”,

3) 31 grudnia 2010 r. dla silników o mocy netto $56 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „N”,

4) 31 grudnia 2011 r. dla silników o mocy netto $37 \text{ kW} \leq P \leq 56 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „P”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 6.

7. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, po dniu:

1) 31 grudnia 2012 r. dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „Q”,

2) 31 grudnia 2013 r. dla silników o mocy netto $56 \text{ kW} \leq P \leq 130 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „R”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 7.

8. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silnika do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, po dniu:

1) 31 grudnia 2005 r. dla silników o mocy równej lub większej niż 37 kW i objętości skokowej cylindra mniejszej niż $0,9 \text{ l}$ — zaliczanych do kategorii „V1: 1”,

2) 30 czerwca 2005 r. dla silników o objętości skokowej cylindra równej lub większej niż $0,9 \text{ l}$, lecz mniejszej niż $1,2 \text{ l}$ — zaliczanych do kategorii „V1: 2”,

3) 30 czerwca 2005 r. dla silników o objętości skokowej cylindra równej lub większej niż $1,2 \text{ l}$, lecz mniejszej niż $2,5 \text{ l}$ i mocy netto silnika $37 \text{ kW} \leq P \leq 75 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „V1: 3”,

4) 31 grudnia 2006 r. dla silników o objętości skokowej cylindra równej lub większej niż $2,5 \text{ l}$, lecz mniejszej niż 5 l — zaliczanych do kategorii „V1: 4”,

5) 31 grudnia 2007 r. dla silników o objętości skokowej cylindra większej niż 5 l — zaliczanych do kategorii „V2”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone w § 14 ust. 5.

9. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników do napędu wagonów silnikowych po dniu:

1) 30 czerwca 2005 r., dla silników o mocy netto większej niż 130 kW — zaliczanych do kategorii „RC A”,

2) 31 grudnia 2010 r., dla silników o mocy netto większej niż 130 kW — zaliczanych do kategorii „RC B”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone odpowiednio w § 14 ust. 5 lub 6.

10. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla silników do napędu lokomotyw po dniu:

- 1) 31 grudnia 2005 r., dla silników o mocy netto $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ — zaliczanych do kategorii „RL A”,
- 2) 31 grudnia 2007 r., dla silników o mocy netto większej niż 560 kW — zaliczanych do kategorii „RH A”,
- 3) 31 grudnia 2010 r., dla silników o mocy netto większej niż 130 kW — zaliczanych do kategorii „R B ”

— jeżeli silniki te nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z tych silników przekraczają wartości graniczne określone odpowiednio w § 14 ust. 5 lub 6.

11. Przepisów ust. 2—7 nie stosuje się do silników do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, lokomotyw i wagonów silnikowych.

§ 14. 1. Wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych określa się dla poszczególnych kategorii silników o zapłonie samoczynnym w zależności od ich mocy netto, w następujących etapach:

- 1) I — dla silników zaliczanych do kategorii A—C, o których mowa w § 13 ust. 2;
- 2) II — dla silników zaliczanych do kategorii D—G, o których mowa w § 13 ust. 3;

3) III A — dla silników, z wyjątkiem pracujących przy stałej prędkości obrotowej, zaliczanych do kategorii H—K, o których mowa w § 13 ust. 4;

4) III A — dla silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, zaliczanych do kategorii H—K, o których mowa w § 13 ust. 5;

5) III A — dla silników do napędu w jednostkach pływających po wodach śródlądowych zaliczanych do kategorii V1—V2, o których mowa w § 13 ust. 8;

6) III A — dla silników do napędu wagonów spalinywych zaliczanych do kategorii RC A, RL A i RH A, o których mowa w § 13 ust. 9 pkt 1 i ust. 10 pkt 1 i 2;

7) III B — dla:

a) silników zaliczanych do kategorii L—P, o których mowa w § 13 ust. 6, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej,

b) silników do napędu wagonów silnikowych zaliczanych do kategorii RC B, o których mowa w § 13 ust. 9 pkt 2,

c) silników do napędu lokomotyw zaliczanych do kategorii RB, o których mowa w § 13 ust. 10 pkt 3;

8) IV — dla silników zaliczanych do kategorii Q—R, o których mowa w § 13 ust. 7, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej.

2. W etapie I zmierzona emisja zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych nie może przekroczyć wartości określonych w poniższej tabeli:

Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	5,0	1,3	9,2	0,54
$75 \leq P < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$37 \leq P < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85

3. Wartości graniczne emisji, o których mowa w ust. 2, dotyczą emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych wydalanych bezpośrednio z silnika o zapłonie samoczynnym. Wartości te powinny być osiągnięte przed dowolnym urządzeniem do dodatkowego oczyszczania spalin.

4. W II etapie zmierzona emisja zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych nie powinna przekraczać wartości określonych w poniższej tabeli:

Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$75 \leq P < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$37 \leq P < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$18 \leq P < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8

5. W etapie IIIA emisja tlenku węgla, suma emisji węglowodorów i tlenków azotu oraz emisja cząstek stałych określona z uwzględnieniem współczynników pogorszenia emisji, o których mowa w załączniku nr 2 do rozporządzenia, nie może przekroczyć wartości podanych w poniższych tabelach dla:

1) silników stosowanych do innych celów niż do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, lokomotyw i wagonów silnikowych

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO)(g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW	5,5	7,5	0,6

2) silników do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych

Kategoria: Pojemność skokowa/Moc netto (SV/P) (dm ³ na cylinder/kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 i P ≥ 37 kW	5,0	7,5	0,40
V1:2 0,9 ≤ SV < 1,2	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2 ≤ SV < 2,5	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5 ≤ SV < 5	5,0	7,2	0,20
V2:1 5 ≤ SV < 15	5,0	7,8	0,27
V2:2 15 ≤ SV < 20	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 ≤ SV < 20	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 ≤ SV < 25	5,0	9,8	0,50
V2:5 25 ≤ SV < 30	5,0	11,0	0,50

3) silników do napędu lokomotyw

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)		Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0		0,2
	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A: silniki o mocy P > 2000 kW i SV > 5 dm ³ na cylinder	3,5	0,4	7,4	0,2

4) silników do napędu wagonów silnikowych

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P	3,5	4,0	0,20

6. W etapie III B emisja tlenku węgla, emisja węglowodorów i tlenków azotu lub suma emisji węglowodorów i tlenków azotu, jeżeli dotyczy, oraz cząstek stałych, określona z uwzględnieniem współczynników pogorszenia emisji, o których mowa w załączniku nr 2

do rozporządzenia, nie może przekroczyć wartości podanych w poniższej tabeli dla:

- 1) silników stosowanych do innych celów niż do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, lokomotyw i wagonów silnikowych

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	2,0	0,025
M: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
		Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)		
P: 37 kW ≤ P < 56 kW	5,0	4,7		0,025

- 2) silników do napędu wagonów silnikowych

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P	3,5	0,19	2,0	0,025

- 3) silników do napędu lokomotyw

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC+NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P	3,5	4,0	0,025

7. W etapie IV emisja tlenku węgla, emisja węglowodorów i tlenków azotu oraz cząstek stałych z silników stosowanych do innych celów niż do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, loko-

motyw i wagonów silnikowych, określona z uwzględnieniem współczynników pogorszenia emisji, o których mowa w załączniku nr 2 do rozporządzenia, nie może przekroczyć wartości podanych w poniższej tabeli:

Kategoria: Moc netto (P) (kW)	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Cząstki stałe (PT) (g/kWh)
Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	0,4	0,025

§ 15. 1. Do obrotu mogą być wprowadzane silniki zamontowane lub jeszcze niezamontowane w niedrogowych maszynach ruchomych, po datach wymienionych poniżej, z wyjątkiem silników przeznaczonych do wprowadzenia do obrotu na terytorium państw niebędących członkami Unii Europejskiej, jeżeli spełniają wymagania określone w rozporządzeniu i uzyskały certyfikat homologacji typu zgodnie z jedną z kategorii w:

- 1) etapie I — silniki zaliczane do kategorii:
 - a) A i B — po dniu 31 grudnia 1998 r.,
 - b) C — po dniu 31 marca 1999 r.;
- 2) etapie II — silniki zaliczane do kategorii:
 - a) D — po dniu 31 grudnia 2000 r.,
 - b) E — po dniu 31 grudnia 2001 r.,

- c) F — po dniu 31 grudnia 2002 r.,
 - d) G — po dniu 31 grudnia 2003 r.;
- 3) etapie III A — silniki, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, zaliczane do kategorii:
- a) H — po dniu 31 grudnia 2005 r.,
 - b) I i K — po dniu 31 grudnia 2006 r.,
 - c) J — po dniu 31 grudnia 2007 r.;
- 4) etapie III A — silniki do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych, zaliczane do kategorii:
- a) V1:1, V1: 2 oraz V1:3 — po dniu 31 grudnia 2006 r.,
 - b) V1:4 i V2 — po dniu 31 grudnia 2008 r.;
- 5) etapie IIIA — silniki pracujące przy stałej prędkości obrotowej, zaliczane do kategorii:
- a) H, I oraz K — po dniu 31 grudnia 2010 r.,
 - b) J — po dniu 31 grudnia 2011 r.;
- 6) etapie IIIA — silniki do napędu wagonów silnikowych, zaliczane do kategorii RC A — po dniu 31 grudnia 2005 r.;
- 7) etapie IIIA — silniki do napędu lokomotyw, zaliczane do kategorii:
- a) RL A — po dniu 31 grudnia 2006 r.,
 - b) RH A — po dniu 31 grudnia 2008 r.;
- 8) etapie IIIB — silniki, z wyjątkiem pracujących przy stałej prędkości obrotowej, zaliczane do kategorii:
- a) L — po dniu 31 grudnia 2010 r.,
 - b) M i N — po dniu 31 grudnia 2011 r.,
 - c) P — po dniu 31 grudnia 2012 r.;
- 9) etapie III B — silniki do napędu wagonów silnikowych, zaliczane do kategorii RC B — po dniu 31 grudnia 2011 r.;
- 10) etapie III B — silniki do napędu lokomotyw, zaliczane do kategorii R B — po dniu 31 grudnia 2011 r.;
- 11) etapie IV — silniki, z wyjątkiem silników pracujących przy stałej prędkości obrotowej, zaliczane do kategorii:
- a) Q — po dniu 31 grudnia 2013 r.,
 - b) R — po dniu 30 września 2014 r.

2. Dla każdej kategorii silników daty, o których mowa w ust. 1 pkt 3—11, odracza się o dwa lata w przypadku silników, których data produkcji jest datą wcześniejszą niż wymieniona w ust. 1 pkt 3—11.

3. Certyfikaty homologacji typu wydane dla silników zaliczanych do danej kategorii w danym etapie wartości granicznych emisji tracą ważność po wej-

ściu w życie następnego etapu wartości granicznych emisji.

4. Przepisów ust. 1 oraz § 4 ust. 1 nie stosuje się do silników:

- 1) przeznaczonych do użytkowania przez siły zbrojne;
- 2) stanowiących końcową partię zwolnioną z limitów czasowych wprowadzania ich do obrotu, o których mowa w § 17, zwanych dalej „limitami czasowymi”;
- 3) przeznaczonych do stosowania w maszynach przeznaczonych do:
 - a) wodowania i wydobywania łożysk ratunkowych,
 - b) wodowania i ściągania statków wyrzuconych na brzeg.

§ 16. Jeżeli jedna rodzina silników pokrywa więcej niż jeden zakres mocy, wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silnika macierzystego i wszystkich typów silników wchodzących w skład tej samej rodziny powinny spełniać wyższe wymagania dla wyższego zakresu mocy, przy czym producent może ograniczyć rodzinę silników do jednego zakresu mocy i zgłosić ją do certyfikacji.

§ 17. 1. Silniki o zapłonie samoczynnym przecho-
wywane w magazynach lub znajdujące się jako zapas dla niedrogowych maszyn ruchomych, w przypadku końcowej ich partii, mogą być zwolnione, na wniosek producenta, z limitów czasowych, po spełnieniu następujących warunków:

- 1) producent powinien wystąpić do jednostki, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, przed dniem obowiązywania dla tych silników limitów czasowych;
- 2) wystąpienie, o którym mowa w pkt 1, powinno zawierać:
 - a) wykaz zawierający numery identyfikacyjne nowych silników danego typu, niewprowadzonych do obrotu w określonych limitach czasowych, zwany dalej „wykazem”,
 - b) techniczne i ekonomiczne uzasadnienie zwolnienia z limitów czasowych;
- 3) silniki te powinny być zgodne z typem lub rodziną silników, dla których certyfikat homologacji typu nie jest dłużej ważny, albo z typem lub rodziną silników, dla których certyfikat ten nie był wymagany, ale które były produkowane zgodnie z limitami czasowymi;
- 4) znajdują się w magazynach przed upływem limitów czasowych;
- 5) maksymalna liczba silników jednego lub większej liczby typów wprowadzanych do obrotu i zgłoszonych do zwolnienia z limitów czasowych nie może przekroczyć 10 % nowych silników wszystkich typów wprowadzonych do obrotu w poprzednim roku.

2. Jednostka, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, powinna wydać dla każdego silnika o zapłonie samoczynnym lub rodziny silników, o których mowa w ust. 1, certyfikat zgodności; w certyfikacie tym należy zamieścić adnotacje o silnikach lub ich rodzinie. W szczególnie uzasadnionych przypadkach jednostka udzielająca homologacji typu może wydać wspólny dokument zawierający numery identyfikacyjne silników, o których mowa w ust. 1.

3. Przepisy ust. 1 i 2 stosuje się w okresie 12 miesięcy od dnia, w którym silniki po raz pierwszy podlegały limitom czasowym.

4. Przepisu ust. 2 nie stosuje się do silników do napędu jednostek pływających po wodach śródlądowych.

§ 18. 1. Na wniosek producenta urządzenia oryginalnego i po uzyskaniu zgody jednostki, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, mogą być wprowadzone do obrotu, po wejściu w życie danego etapu wartości granicznych emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, tylko te silniki, które spełniają wartości graniczne poprzedniego etapu.

2. Producent urządzenia oryginalnego, który chce skorzystać z formuły elastycznej, powinien mieć możliwość zakupu od producentów silników, po wejściu w życie danego etapu wartości granicznych emi-

sji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, o których mowa w § 14 ust. 2 i 4, silników, które nie spełniają obowiązujących wartości granicznych emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych i wydano dla tych silników certyfikat homologacji typu na podstawie ostatniego, wcześniejszego etapu tych wartości granicznych.

§ 19. 1. Liczba silników wprowadzanych do obrotu na podstawie formuły elastycznej nie może, dla żadnej kategorii silników, przekroczyć 20 % wprowadzonych do obrotu urządzeń, w których zamontowane są silniki danej kategorii, obliczona jako średnia z ostatnich 5 lat wprowadzonych do obrotu silników na terytorium państw członkowskich Unii Europejskiej.

2. Jeżeli producent urządzenia oryginalnego wprowadzał do obrotu, na terytorium państw członkowskich Unii Europejskiej przez okres krótszy niż 5 lat, urządzenia, w których zamontowane były silniki danej kategorii, średnia, o której mowa w ust. 1, jest obliczana dla okresu, w którym producent urządzenia oryginalnego wprowadzał je do obrotu.

§ 20. 1. Producent urządzenia oryginalnego może wystąpić z wnioskiem do jednostki, która dokonała badań zgodności typu silnika lub rodziny silników, o uzyskanie zgody dla swoich producentów silników na wprowadzenie do obrotu stałej liczby silników na podstawie formuły elastycznej; w takim przypadku liczba silników nie może przekroczyć w żadnej kategorii liczby podanej w poniższej tabeli:

Kategoria silnika	Liczba silników
19–37 kW	200
37–75 kW	150
75–130 kW	100
130–560 kW	50

2. Producent urządzenia oryginalnego dołącza do wniosku, o którym mowa w ust. 1, oraz w § 18 ust. 1, próbkę etykiety, która będzie zamocowana na egzemplarzu silnika zamontowanego w niedrogowej maszynie ruchomej, na podstawie formuły elastycznej, oraz próbkę dodatkowych etykiet.

Rozdział 3

Szczegółowe wymagania dla silników o zapłonie iskrowym w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych

§ 21. 1. Części składowe silnika o zapłonie iskrowym, które mogą mieć wpływ na emisję zanieczyszczeń gazowych, powinny być zaprojektowane, wykonane i zamontowane tak, aby silnik, w warunkach normalnego użytkowania, mimo drgań, którym może być poddany, spełniał wymagania określone w rozporządzeniu.

2. Producent silnika o zapłonie iskrowym powinien zastosować takie środki techniczne, aby zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu zapewniano skuteczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych podczas całego okresu eksploatacji silnika, w warunkach prawidłowego jego użytkowania.

§ 22. 1. Zanieczyszczenia gazowe emitowane przez silnik o zapłonie iskrowym poddany badaniom mierzy się za pomocą metod określonych w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia; badanie powinno obejmować każde urządzenie do dodatkowego oczyszczania spalin.

2. Emisja zanieczyszczeń gazowych z silnika o zapłonie iskrowym może być mierzona za pomocą innych niż określone w załączniku nr 3 do rozporządzenia metod pomiarów lub analizatorów, pod warunkiem że zapewnią one uzyskanie wyników równoważnych otrzymanych za pomocą następujących układów

miarowych dla emisji zanieczyszczeń gazowych mierzonych w:

- 1) spalinach nierozcieńczonych — układ przedstawiony na rys. 2 w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia;
- 2) rozcieńczonych spalinach w układzie przepływu całkowitego rozcieńczonej mieszaniny — układ przedstawiony na rys. 3 w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia.

§ 23. Silniki o zapłonie iskrowym, zaliczone do klasy głównej S — małe silniki o mocy netto ≤ 19 kW, dzieli się na następujące klasy:

- 1) H — silniki przeznaczone do maszyn „trzymałych w ręku”;
- 2) N — silniki przeznaczone do maszyn „nietrzymałych w ręku”.

Klasa/kategoria	Pojemność skokowa (cm ³)
Silniki „trzymałe w ręku” Klasa SH:1	< 20
Klasa SH:2	≥ 20 < 50
Klasa SH:3	≥ 50
Silniki „nietrzymałe w ręku” Klasa SN:1	< 66
Klasa SN:2	≥ 66 < 100
Klasa SN:3	≥ 100 < 225
Klasa SN:4	≥ 225

§ 24. 1. Jeżeli silnik o zapłonie iskrowym spełnia wymagania określone w rozporządzeniu dotyczące emisji zanieczyszczeń gazowych, nie można odmówić wydania certyfikatu homologacji typu dla typu silnika lub rodziny silników oraz żądać spełniania innych niż określone w rozporządzeniu wymagań dla tego typu silnika w zakresie emisji zanieczyszczeń gazowych do atmosfery przez niedrogowe maszyny ruchome, w których silnik jest zamontowany.

2. Nie wydaje się certyfikatu homologacji typu dla typu silnika o zapłonie iskrowym lub rodziny tych silników dla niedrogowej maszyny ruchomej, w:

- 1) etapie I — jeżeli silnik nie spełnia wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisja zanieczyszczeń gazowych z silnika przekracza wartości graniczne określone w § 26 pkt 1;
- 2) etapie II — po dniu 1 sierpnia:
 - a) 2004 r. dla silników klasy SN:1 i SN:2,
 - b) 2006 r. dla silników klasy SN:4,
 - c) 2007 r. dla silników klas SH:1, SH:2 i SN:3,
 - d) 2008 r. dla silników klasy SH:3

— jeżeli silnik o zapłonie iskrowym nie spełnia wymagań określonych w rozporządzeniu oraz emisja zanieczyszczeń gazowych z silnika przekracza wartości graniczne, o których mowa w § 26 pkt 2.

3. Przepisów ust. 2 pkt 2 oraz § 4 ust. 1 nie stosuje się do silników przeznaczonych do użytkowania przez siły zbrojne.

§ 25. 1. W okresie 36 miesięcy od dat wymienionych w § 24 ust. 2 pkt 2 wartości granicznych emisji

zanieczyszczeń gazowych, o których mowa w § 26 pkt 2, nie stosuje się do:

- 1) rodziny silników, których produkcja jest nie większa niż 25 000 sztuk, pod warunkiem że rodziny tych silników mają różne pojemności skokowe;
- 2) silników, których produkcja roczna nie przekracza 25 000 sztuk;
- 3) silników, które będą zamontowane w następujących maszynach:
 - a) pile łańcuchowej trzymanej w ręku — urządzeniu trzymanym w ręku, zaprojektowanym do cięcia drewna za pomocą łańcucha piły, zaprojektowanym do trzymania w dwóch rękach, z silnikiem o pojemności skokowej przekraczającej 45 cm³, zgodnie z normą EN ISO 11681-1,
 - b) maszynie z uchwytem w górnej części: wiertarki i piły łańcuchowe do cięcia drewna, trzymanej w ręku — urządzeniu trzymanym w ręku, z uchwytem w górnej części, zaprojektowanym do wiercenia otworów lub cięcia drewna za pomocą łańcucha piły, zgodnie z normą EN ISO 11681-2,
 - c) pile do cięcia krzewów, trzymanej w ręku, wyposażonej w silnik spalinowy — urządzeniu trzymanym w ręku, z wirującym ostrzem wykonanym z metalu lub tworzywa sztucznego, przeznaczonym do cięcia trawy, krzaków, małych drzew i podobnych roślin; urządzenie to musi być zaprojektowane zgodnie z normą EN ISO 11806 do pracy w wielu pozycjach, w szczególności poziomej, odwróconej, i mieć silnik o pojemności skokowej przekraczającej 40 cm³,

- d) przycinارce do żywoplotów trzymanej w ręku — urządzeniu zaprojektowanym do przycinania żywoplotów i krzewów za pomocą jednego lub wielu ostrz o ruchu postępowo 0-zwrotnym, zgodnie z normą EN 774,
- e) przycinارce wyposażonej w silnik spalinowy, trzymanej w ręku — urządzeniu przeznaczonym do cięcia materiałów twardych, takich jak kamień, asfalt, beton oraz stal, za pomocą wirującego metalowego ostrza, wyposażonym w silnik o pojemności skokowej przekraczającej 50 cm³, zgodnie z normą EN 1454,
- f) nietrzymany w ręku klasy SN:3 z poziomym wałem korbowym, które wytwarzają moc równą lub większą niż 2,5 kW i są stosowane przede

wszystkim do specjalnych celów, w tym do uprawy roli, oraz piłach rotacyjnych, urządzeniach do napowietrzania trawników i generatorach.

2. Do rodziny silników i silników, o których mowa w ust. 1, w okresie 36 miesięcy od dat wymienionych w § 24 ust. 2 pkt 2, stosuje się wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych, o których mowa w § 26 pkt 1.

§ 26. Wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych określa się dla poszczególnych kategorii silników o zapłonie iskrowym, w dwóch etapach:

- 1) etapie I — zmierzona emisja tlenku węgla, emisja węglowodorów, emisja tlenków azotu oraz suma węglowodorów i tlenków azotu nie może przekroczyć wartości podanych w tabeli poniżej:

Klasa	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Węglowodory (HC) (g/kWh)	Tlenki azotu (NO _x) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu HC + NO _x (g/kWh)
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

- 2) etapie II — zmierzona emisja tlenku węgla oraz emisja sumy węglowodorów i tlenków azotu, określona z uwzględnieniem współczynników po-

gorszenia emisji, o których mowa w załączniku nr 3 do rozporządzenia, nie może przekroczyć wartości podanych w poniższej tabeli:

Klasa	Tlenek węgla (CO) (g/kWh)	Suma węglowodorów i tlenków azotu (HC + NO _x) (g/kWh)
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

Rozdział 4

Warunki i tryb przeprowadzania badań silników

§ 27. 1. Producent lub jego upoważniony przedstawiciel przed wprowadzeniem do obrotu silników składa wniosek do jednostki, która będzie przeprowadzać badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, o wydanie certyfikatu homologacji typu silnika lub rodziny silników.

2. Wniosek, o którym mowa w ust. 1, powinien zawierać:

- 1) nazwę i adres producenta lub imię i nazwisko oraz adres jego upoważnionego przedstawiciela;

2) podstawowe cechy silnika;

3) wykaz rodziny silników.

3. W przypadku gdy wniosek, o którym mowa w ust. 1, dotyczy rodziny silników, powinien być do niego dołączony opis:

1) silnika macierzystego;

2) ogólny rodziny silników;

3) każdego z typów silników w rodzinie silników — oddzielnie dla każdego typu silnika.

4. Wraz z wnioskiem, o którym mowa w ust. 1, należy przedstawić do badań:

- 1) silnik danego typu lub
- 2) silnik macierzysty w przypadku wystąpienia o wydanie certyfikatu homologacji typu dla rodziny silników.

5. Podstawowe cechy charakterystyczne silnika macierzystego oraz rodziny silników określają załączniki nr 1.2. i 1.3. do rozporządzenia.

§ 28. 1. Jednostka, która będzie przeprowadzać badania zgodności typu silnika lub rodziny silników po otrzymaniu wniosku, o którym mowa w § 27 ust. 1:

- 1) sprawdza, czy silnik:
 - a) przedstawiony do badań jest zgodny z typem silnika, dla którego ma być wydany certyfikat homologacji typu,
 - b) macierzysty jest reprezentatywny dla rodziny silników,
 - c) jest zgodny z opisem technicznym silnika;
- 2) przeprowadza badania w celu określenia wielkości:
 - a) emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych dla silników o zapłonie samoczynnym, w sposób określony w procedurze testu, o której mowa w załączniku nr 2 do rozporządzenia,
 - b) emisji zanieczyszczeń gazowych dla silników o zapłonie iskrowym, w sposób określony w procedurze testu, o której mowa w załączniku nr 3 do rozporządzenia;
- 3) sprawdza, czy producent wprowadził system i procedury zapewniające skuteczne sterowanie zgodnością produkcji z certyfikowanym typem silnika.

2. Jeżeli dokonane sprawdzenia i przeprowadzone badania potwierdzą, że silnik spełnia wymagania określone w rozporządzeniu i producent wprowadził system i procedury, o których mowa w ust. 1 pkt 3, jednostka, która przeprowadzała badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, wydaje certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników.

3. Certyfikat homologacji typu zawiera:

- 1) nazwę i adres producenta silników;
- 2) oznaczenie fabryczne silnika macierzystego oraz typu rodziny silników, o ile ich dotyczy;
- 3) fabryczny kod typu, jakim został oznaczony silnik, jego usytuowanie i sposób przymocowania;
- 4) wykaz niedrogowych maszyn ruchomych, które mają być napędzane przez silnik;
- 5) nazwę i adres upoważnionego przedstawiciela producenta;
- 6) usytuowanie, kodowanie i sposoby przymocowania oznaczeń silnika;
- 7) adres zakładu montującego silnik.

4. Jeżeli na podstawie dokonanego sprawdzenia, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, wybrany silnik nie w pełni reprezentuje typ lub rodzinę silników, producent powinien dostarczyć inny silnik lub, jeżeli jest to

niezbędne, dodatkowy silnik macierzysty wytypowany przez jednostkę, która przeprowadzała badania zgodności typu silnika lub rodziny silników.

5. Jednostka przeprowadzająca badania zgodności typu silnika lub rodziny silników prowadzi wykaz:

- 1) wystawionych certyfikatów homologacji typu produkowanych silników;
- 2) udzielanych homologacji typu.

6. Wzór certyfikatu homologacji typu określa załącznik nr 4 do rozporządzenia.

7. Wzór wykazu udzielanych homologacji typu silników lub rodziny silników określa załącznik nr 5 do rozporządzenia.

§ 29. 1. Jeżeli właściwości typu silnika lub rodziny silników można ocenić tylko w połączeniu z innymi częściami niedrogowych maszyn ruchomych, zakres certyfikatu homologacji typu odpowiednio ogranicza się.

2. W przypadku określonym w ust. 1 certyfikat homologacji typu powinien zawierać także informacje dotyczące ograniczenia stosowania silnika lub rodziny silników oraz warunki dla ich instalowania.

3. Informacje oraz warunki, o których mowa w ust. 2, powinny być dołączone do wyprodukowanego egzemplarza silnika.

§ 30. Jednostka, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, z zastrzeżeniem § 31, nie może odmówić wydania certyfikatu homologacji typu oraz żądać spełnienia innych wymagań w zakresie emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych niż określone w rozporządzeniu, jeżeli silnik lub rodzina silników spełniają wymagania określone w rozporządzeniu.

§ 31. Jednostka, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, odmawia wydania certyfikatu homologacji typu silnika lub rodziny silników, jeżeli silnik lub rodzina silników nie spełniają wymagań określonych w rozporządzeniu dla następujących kategorii:

- 1) A—C, po dniu 30 czerwca 1998 r.;
- 2) D, po dniu 31 grudnia 1999 r.;
- 3) E, po dniu 31 grudnia 2000 r.;
- 4) F, po dniu 31 grudnia 2001 r.;
- 5) G, po dniu 31 grudnia 2002 r.;
- 6) H, po dniu 30 czerwca 2005 r. albo po dniu 31 grudnia 2009 r.;
- 7) I, po dniu 31 grudnia 2005 r. albo po dniu 31 grudnia 2009 r.;
- 8) J, po dniu 31 grudnia 2006 r. albo po dniu 31 grudnia 2010 r.;
- 9) K, po dniu 31 grudnia 2005 r. albo po dniu 31 grudnia 2009 r.;

10) V1, po dniu:

- a) 31 grudnia 2005 r. dla silników, o których mowa w § 13 ust. 8 pkt 1,
- b) 30 czerwca 2005 r. dla silników, o których mowa w § 13 ust. 8 pkt 2 lub pkt 3,
- c) 31 grudnia 2006 r. dla silników, o których mowa w § 13 ust. 8 pkt 4;

11) V2, po dniu 31 grudnia 2007 r.;

12) RCA, po dniu 30 czerwca 2005 r.;

13) RCB, po dniu 31 grudnia 2010 r.;

14) RLA, po dniu 31 grudnia 2005 r.;

15) RHA, po dniu 31 grudnia 2007 r.;

16) RB, po dniu 31 grudnia 2010 r.;

17) L, po dniu 31 grudnia 2009 r.;

18) M, po dniu 31 grudnia 2010 r.;

19) N, po dniu 31 grudnia 2010 r.;

20) P, po dniu 31 grudnia 2011 r.;

21) Q, po dniu 31 grudnia 2012 r.;

22) R, po dniu 31 grudnia 2013 r.

§ 32. W przypadku wprowadzenia zmian w dokumentacji silnika o zapłonie samoczynnym w zakresie danych w niej zawartych, na podstawie których wydano certyfikat homologacji typu dla typu silnika lub rodziny silników, i stwierdzeniu, że produkowane silniki są niezgodne z typem silnika lub rodziną silników opisanymi w certyfikacie homologacji typu, jednostka, która przeprowadziła badania zgodności typu silnika lub rodziny silników, powinna:

- 1) w okresie 6 miesięcy od dnia stwierdzenia wprowadzenia zmian w dokumentacji silnika przeprowadzić weryfikację silników produkowanych, w zakresie ich zgodności z certyfikatem homologacji typu;
- 2) wycofać certyfikat homologacji typu, jeżeli producent nie postąpi zgodnie z zaleceniami wynikającymi z przeprowadzonej weryfikacji;
- 3) w okresie miesiąca od dnia wycofania certyfikatu homologacji typu poinformować ministra właściwego do spraw gospodarki o przyczynach wycofania certyfikatu homologacji typu.

§ 33. 1. Na żądanie jednostki, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, producent lub jego upoważniony przedstawiciel powinien, w ciągu 45 dni po zakończeniu roku kalendarzowego, sporządzić wykaz.

2. Wykaz powinien określać współzależność pomiędzy numerami identyfikacyjnymi odpowiednich typów silników lub rodzin silników a numerami wystawionych certyfikatów homologacji typu oraz zawierać szczegółowe informacje dotyczące planowanego zaprzestania produkcji certyfikowanego typu silnika lub rodziny silników.

3. W wykazie producent zamieszcza informacje o typach silników lub rodzinie silników wraz z numerami identyfikacyjnymi tych silników, które zamierza produkować po przedłożeniu wykazu jednostce, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników.

4. Producent powinien przechowywać wykaz co najmniej przez okres 20 lat od dnia zaprzestania produkcji homologowanego typu silnika lub rodziny silników.

§ 34. 1. Producent lub jego upoważniony przedstawiciel informuje jednostkę, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, o wszelkich zmianach danych silnika oraz wprowadzonych zmianach do ich projektów. W takim przypadku jednostka udzielająca homologacji wydaje uzupełnienie do certyfikatu homologacji typu.

2. Jeżeli jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, stwierdzi, że zmiany, o których mowa w ust. 1, uzasadniają przeprowadzenie powtórnych badań lub dokonanie sprawdzeń, powinna poinformować o tym producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela i wydać uzupełnienie do certyfikatu homologacji typu, o ile powtórne badania lub sprawdzenia uzyskają wynik pozytywny.

3. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, w uzupełnieniu do certyfikatu homologacji typu zamieszcza szczegółowe uzasadnienie i datę jego wydania.

§ 35. 1. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, przekazuje na żądanie właściwych organów:

- 1) wykaz wyprodukowanych silników, dla których wydano certyfikat homologacji typu, według wzoru określonego w załączniku nr 6 do rozporządzenia;
- 2) arkusz danych silników posiadających homologację typu, według wzoru określonego w załączniku nr 7 do rozporządzenia.

2. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, sprawdza, o ile jest to konieczne, prawidłowość oznaczenia numerami identyfikacyjnymi silników produkowanych zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu; dodatkowe sprawdzenia jednostka udzielająca homologacji typu powinna przeprowadzać także w zakresie zgodności produkcji silników z wymaganiami określonymi we właściwych normach.

§ 36. 1. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, wykonując czynności, o których mowa w § 28 ust. 1 pkt 2, sprawdza, czy producent silników zapewnia, że przyjęty system i procedury sterowania jakością produkcji funkcjonują zgodnie z wymaganiami określonymi we właściwej normie, a także, czy:

- 1) dysponuje niezbędnymi przyrządami dla sprawdzenia zgodności każdego egzemplarza silnika z certyfikowanym typem;

- 2) zapewnia właściwą rejestrację wyników badań sprawdzających oraz posiada dokumentację tych badań;
- 3) analizuje wyniki badań sprawdzających każdego silnika, w celu zweryfikowania i zapewnienia stabilności charakterystyk silnika, biorąc pod uwagę rozrzut produkcji;
- 4) zapewnia, aby pobrana do badań sprawdzających próbka silnika lub jego części, wykazująca niezgodność z certyfikowanym typem silnika, została zastąpiona inną próbką, w celu przeprowadzenia badania powtórnego.

2. Producent powinien podjąć niezbędne działania w celu zapewnienia zgodności produkcji silników lub rodziny silników z wymaganiami określonymi we właściwych normach, w przypadku naruszenia tych wymagań.

3. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, może, w dowolnym czasie, dokonać kontroli u producenta zgodności produkcji silników lub rodziny silników z wymaganiami określonymi w ust. 1.

4. Producent udostępnia jednostce dokonującej kontroli, o której mowa w ust. 3, dokumenty badań sprawdzających i zapisy dotyczące przeglądów produkcji silników lub rodziny silników.

5. Jeżeli w wyniku przeprowadzonych kontroli, o których mowa w ust. 3, jednostka udzielająca homologacji typu stwierdzi, że poziom produkcji jest niezadowalający lub konieczna jest weryfikacja informacji zawartych we wniosku, o którym mowa w § 27 ust. 1, powinna zastosować następującą procedurę:

- 1) jeden silnik z danej serii poddać badaniom, zgodnie z procedurą testu, o której mowa w załącznikach nr 2 lub 3 do rozporządzenia; emisja tlenków węgla, węglowodorów, tlenków azotu i cząstek stałych nie powinna przekraczać wartości granicznych określonych w § 14 ust. 3 i 4;

- 2) w przypadku gdy silnik z danej serii nie spełnia wymagań, o których mowa w pkt 1, wykonać pomiary zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych na próbce silników z ich produkcji seryjnej i podlegających tym samym wymaganiom; liczbę silników przeznaczonych do pomiarów określa producent w uzgodnieniu z jednostką udzielającą homologacji typu;

- 3) dla każdego z silników, który został dodatkowo wybrany do badań, i silnika badanego wyznacza się średnią arytmetyczną (grafika) z uzyskanych wartości wielkości zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych.

6. Uznaje się, że produkcja silników jest zgodna z wymaganiami określonymi we właściwej normie, jeżeli spełniony jest warunek:

$$\bar{x} + kS_t \leq L$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

L — wartość graniczną w stosunku do każdego rozpatrywanego zanieczyszczenia ustaloną w sposób określony w § 14 ust. 2 i 4;

S_t — odchylenie standardowe uzyskanych wartości emisji zanieczyszczeń;

k — współczynnik statystyczny zależny od liczby silników w próbce n, określony w poniższej tabeli:

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279

N	11	12	13	14	15	16	17	18	19
K	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

7. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników podczas kontroli zgodności produkcji silników z wymaganiami określonymi we właściwej normie, przeprowadza badania silników częściowo lub całkowicie dotartych zgodnie z wymaganiami producenta.

8. Jednostka, która wydała certyfikat homologacji typu silnika lub rodziny silników, przeprowadza raz w roku kontrolę w zakresie zgodności produkcji silników z wymaganiami określonymi we właściwej normie, a w przypadku, o którym mowa w ust. 5 pkt 2, w terminie umożliwiającym dokonanie sprawdzenia, czy zostały podjęte niezbędne działania mające na celu uzyskanie tej zgodności.

§ 37. 1. Producent silników lub jego upoważniony przedstawiciel powinien dostarczyć niezwłocznie, na żądanie jednostki, która wydała certyfikat homologacji

typu silnika lub rodziny silników, niezbędne informacje dotyczące nabywców silników wraz z numerami identyfikacyjnymi tych silników.

2. W przypadku gdy producent silników lub jego upoważniony przedstawiciel nie dostarczy informacji, o których mowa w ust. 1, certyfikat homologacji typu dotyczący odpowiedniego typu silnika lub rodziny silników może zostać cofnięty.

Rozdział 5

Sposób oznakowania silników

§ 38. 1. Na egzemplarzu silnika wyprodukowanego zgodnie z typem silnika i dla którego wystawiono certyfikat homologacji typu producent umieszcza oznakowanie zawierające:

- 1) nazwę i adres producenta lub znak towarowy;

- 2) oznaczenie typu silnika oraz numeru identyfikacyjnego egzemplarza silnika;
3) numer certyfikatu homologacji typu.

2. Oznakowanie musi być trwałe, czytelne i niedające się usunąć przez okres eksploatacji silnika.

3. Nalepki lub tabliczki, na których umieszczone jest oznakowanie, powinny być przymocowane do silnika w taki sposób, aby były trwałe przez okres jego eksploatacji i nie mogły być usunięte bez ich zniszczenia lub uszkodzenia.

4. Oznakowanie umieszcza się:

- 1) na tej części silnika, która jest niezbędna do jego normalnego działania i nie podlega wymianie w okresie jego eksploatacji;
2) w taki sposób, aby było łatwo widoczne po skompletowaniu na silniku urządzeń pomocniczych, niezbędnych do jego działania.

5. Silnik wyposaża się w dodatkową, dającą się przemieszczać tabliczkę wykonaną z trwałego materiału, na której powinny być umieszczone informacje, o których mowa w ust. 1, w taki sposób, aby były widoczne i łatwo dostępne, gdy silnik jest zamontowany w niedrogowej maszynie ruchomej.

6. Na etykiecie, o której mowa w § 20 ust. 2, powinien być umieszczony następujący tekst: „Maszyna

nr ... z ... maszyn (całkowita liczba maszyn w danym przedziale mocy) z silnikiem nr posiadającym certyfikat homologacji typu”.

7. Silnik zamienny należy oznakować następującym tekstem: „Silnik zamienny”.

8. Na dodatkowych etykietach, o których mowa w § 20 ust. 2, należy zamieścić następujący tekst: „Silnik wprowadzony do obrotu według formuły elastycznej”.

§ 39. 1. Silniki przed opuszczeniem linii produkcyjnej powinny posiadać wszystkie oznakowania.

2. Oznakowania silników w zestawieniu z ich numerami identyfikacyjnymi powinny być takie, aby umożliwiały jednoznaczne określenie kolejności produkcji silników.

Rozdział 6

Przepisy przejściowe i końcowe

§ 40. 1. Do dnia 30 czerwca 2007 r. mogą być wprowadzane do obrotu silniki przeznaczone do montażu w statkach żeglugi śródlądowej, które spełniają wymagania ustalone przez Centralną Komisję Żeglugi na Renie z dnia 11 maja 2000 r. — etap I, dla których wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych wynoszą:

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
$37 \leq P_N < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$P_N \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2800 \text{ obr/min} = 9,2$ $500 \leq n < 2800 \text{ obr/min} = 45 \times n^{-0,2}$	0,54

2. Od dnia 1 lipca 2007 r. mogą być wprowadzane do obrotu silniki przeznaczone do montażu w statkach żeglugi śródlądowej, które spełniają wymagania ustalone

przez Centralną Komisję Żeglugi na Renie z dnia 31 maja 2001 r. — etap II, dla których wartości graniczne emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych wynoszą:

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
$18 \leq P_N < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_N < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_N < 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_N \geq 560$	3,5	1,0	$n \geq 3150 \text{ obr/min} = 6,0$ $343 \leq n < 3150 \text{ obr/min} = 45 \times n^{-0,2} - 3$ $n < 343 \text{ obr/min} = 11,0$	0,2

§ 41. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 30 dni od dnia ogłoszenia.

Załączniki do rozporządzenia Ministra Gospodarki
z dnia 19 sierpnia 2005 r. (poz. 1681)

Załącznik nr 1

DOKUMENT INFORMACYJNY nr

Dotyczący certyfikatu homologacji typu i odnoszący się do działań zaradczych mających na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych z silników spalinowych przeznaczonych do zabudowy w niedrogowych maszynach ruchomych

Silnik macierzysty/typ silnika⁽¹⁾

1. Dane ogólne:

- 1) marka silnika (nazwa producenta)
- 2) typ i nazwa handlowa silnika macierzystego i (jeżeli dotyczy) rodziny silnika(-ów)⁽¹⁾
- 3) symbol kodu producenta oznaczonego na silniku(-ach)
- 4) wykaz maszyn przewidzianych do napędu przez silnik⁽²⁾
- 5) nazwa i adres producenta
- 6) nazwa i adres upoważnionego przedstawiciela producenta (jeżeli występuje)
- 7) usytuowanie, kodowanie i sposób przymocowania numeru identyfikacyjnego silnika
- 8) usytuowanie i sposób przymocowania znaku homologacji WE
- 9) adresy zakładów montujących

2. Załączniki:

- 1) Podstawowe cechy charakterystyczne silnika(-ów) macierzystego(-ych) (załącznik nr 1.1)
- 2) Podstawowe cechy charakterystyczne rodziny silników (załącznik 1.2)
- 3) Podstawowe cechy charakterystyczne typów silników w rodzinie (załącznik 1.3)
- 4) Cechy charakterystyczne związanych z silnikiem części maszyn ruchomych
- 5) Fotografie silnika macierzystego
- 6) Wykaz dodatkowych załączników (jeżeli występują)

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁽²⁾ Jak określono w § 3 ust. 2 rozporządzenia.

PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE SILNIKA MACIERZYSTEGO⁽¹⁾

1. Opis silnika powinien zawierać informacje dotyczące:

- 1) nazwy i adresu producenta
 - 2) oznaczeń fabrycznych silnika
 - 3) liczby suwów — czterosuwowy/dwusuwowy⁽²⁾
 - 4) średnicy cylindra (mm)
 - 5) skoku tłoka (mm)
 - 6) liczby i układu cylindrów
 - 7) pojemności skokowej silnika (cm³)
 - 8) znamionowej prędkości obrotowej
 - 9) prędkości obrotowej maksymalnego momentu
 - 10) objętościowego stopnia sprężenia ⁽³⁾
 - 11) opisu układu spalania
 - 12) rysunku(-ów) komory spalania i denka tłoka
 - 13) minimalnego pola przekroju poprzecznego powierzchni otworów dolotowych i wylotowych
- 1.1. Układ chłodzenia
- 1.1.1. W przypadku chłodzenia cieczą należy podać następujące informacje:
- 1) rodzaj cieczy
 - 2) czy ma zastosowanie pompa cyrkulacyjna: tak/nie⁽²⁾
 - 3) charakterystyka lub marka oraz typ (jeżeli dotyczy)
 - 4) przełożenie(-a) napędu(-ów) (jeżeli dotyczy)
- 1.1.2. W przypadku chłodzenia powietrzem należy podać następujące informacje:
- 1) czy ma zastosowanie dmuchawa tak/nie⁽²⁾
 - 2) charakterystyka lub marka oraz typ (jeżeli dotyczy)
 - 3) przełożenie(-a) napędu(-ów) (jeżeli dotyczy)
- 1.1.3. Temperatura dopuszczana przez producenta:
- 1) chłodzenie cieczą: maksymalna temperatura na wylocie K
 - 2) chłodzenie powietrzem: zalecany punkt pomiarowy
 - 3) maksymalna temperatura w zalecanym punkcie pomiarowym K
 - 4) maksymalna temperatura ładunku powietrza na wlocie do chłodnicy powietrza doładowującego (jeżeli dotyczy) K
 - 5) maksymalna temperatura spalin w punkcie przewodu(-ów) wylotowego(-ych) przylegającego(-ych) do zewnętrznego(-ych) kołnierza(-y) kolektora wylotowego K
 - 6) temperatura oleju smarującego: minimalna: K
maksymalna: K
- 1.1.4. Sprężarka doładowująca, czy ma zastosowanie: tak/nie⁽²⁾:
- 1) marka
 - 2) typ
 - 3) opis układu (maksymalne ciśnienie doładowania, upust spalin, jeżeli dotyczy)
 - 4) czy występuje chłodnica powietrza doładowującego: tak/ nie⁽²⁾
- 1.1.5. Układ dolotowy: maksymalne dopuszczalne podciśnienie powietrza dolotowego przy znamionowej prędkości obrotowej silnika i 100 % obciążeniu: kPa
- 1.1.6. Układ wylotowy: maksymalne dopuszczalne nadciśnienie spalin przy znamionowej prędkości obrotowej silnika i 100 % obciążeniu: kPa.

2. Dodatkowe urządzenia do oczyszczania spalin, opis lub schematy

2.1. Zasilanie paliwem

2.1.1. Pompa podająca

Ciśnienie zasilania⁽³⁾ lub wykres charakterystyki (kPa)

2.1.2. Układ wtryskowy

2.1.2.1. Pompa:

1) marka

2) typ

3) wydatek: i mm³⁽³⁾ na skok lub cykl przy maksymalnej dawce prędkości obrotowej pompy obr/min znamionowej prędkości obrotowej i odpowiednio obr/min(prędkości obrotowej momentu maksymalnego) lub wykres charakterystyki (podać metodę pomiaru: na silniku/na stanowisku probierczym⁽¹⁾)

2.1.3. Wyprzedzenie wtrysku:

1) krzywa wyprzedzenia wtrysku⁽³⁾2) ustawienie początku wtrysku⁽³⁾

2.1.4. Przewody wtryskowe:

1) długość (mm)

2) średnica wewnętrzna (mm)

2.1.5. Wtryskiwacz:

1) marka

2) typ

3) ciśnienie otwarcia wtryskiwacza⁽²⁾ lub wykres charakterystyki (kPa)

2.1.6. Regulator:

1) marka

2) typ

3) prędkość obrotowa początku odcinania przy pełnym obciążeniu⁽³⁾ (obr/min)4) maksymalna prędkość obrotowa bez obciążenia⁽³⁾ (obr/min)5) prędkość obrotowa biegu jałowego⁽³⁾ (obr/min)

2.1.7. Układ zimnego rozruchu:

1) marka

2) typ

3) opis

2.2. Układ rozrządu

2.2.1. Maksymalny wznios oraz kąt otwarcia i zamknięcia w stosunku do położenia zwrotnego lub dane ekwiwalentne

2.2.2. Luzy zaworowe kontrolne lub robocze⁽²⁾

(1) W przypadku kilku silników należy podać dla każdego z nich.

(2) Niepotrzebne skreślić.

(3) Podać tolerancje.

Załącznik nr 1.2

PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE RODZINY SILNIKÓW

1. Rodzina silników może być zdefiniowana przez podstawowe parametry konstrukcyjne, które są wspólne dla silników w obrębie rodziny. W niektórych przypadkach może występować wzajemne oddziaływanie parametrów. Te skutki także bierze się pod uwagę dla zapewnienia, że tylko silniki o podobnych charakterystykach emisji spalin są włączone do rodziny silników. Aby silniki mogły być uznane za należące do tej samej rodziny silników, muszą mieć wspólne podstawowe parametry określone poniżej:
 - 1.1. Cykl spalania:
 - 1) silnik 2-suwowy;
 - 2) silnik 4-suwowy.
 - 1.2. Czynniki chłodzące silnik:
 - 1) powietrze;
 - 2) woda;
 - 3) olej.
 - 1.3. Pojemność skokowa pojedynczego cylindra zawarta w przedziale między 85 % a 100 % największej pojemności w obrębie rodziny silników.
 - 1.4. Sposób zasilania powietrzem.
 - 1.5. Rodzaj paliwa:
 - 1) olej napędowy;
 - 2) benzyna.
 - 1.6. Typ/konstrukcja komory spalania.
 - 1.7. Zawory i okna przelotowe — konfiguracja, wymiary i liczba.
 - 1.8. Układ paliwowy:
 - a) silnika o zapłonie samoczynnym:
 - pompa — linia — pompa rzędowa,
 - pompa rozdzielaczowa,
 - pojedynczy element,
 - pompowtryskiwacz,
 - b) silnika o zapłonie iskrowym:
 - gaźnik,
 - wtrysk do kanału dolotowego,
 - wtrysk bezpośredni.
 - 1.9. Cechy różne:
 - recyrkulacja spalin,
 - wtrysk wody/emulsji,
 - wtrysk powietrza,
 - układ chłodzenia powietrza doładowania,
 - rodzaj zapłonu (samoczynny, iskrowy).
 - 1.10. Dodatkowe urządzenia do oczyszczania spalin:
 - reaktor katalityczny utleniający,
 - reaktor katalityczny trójfunkcyjny,
 - dopalacz,
 - wychwytywacz cząstek stałych.
2. Wybór silnika macierzystego.
 - 2.1. Silnik macierzysty rodziny powinien być wybrany według podstawowej zasady największej dawki paliwa na skok pracy przy deklarowanej prędkości obrotowej momentu maksymalnego.

W przypadku gdy dwa, lub więcej, silniki spełniają to podstawowe kryterium, silnik macierzysty powinien być wybrany przy użyciu wtórnego kryterium dawki paliwa na skok przy znamionowej prędkości obrotowej. W szczególnych okolicznościach jednostka homologująca może stwierdzić, że najgorszy przypadek poziomu emisji rodziny może być najlepiej scharakteryzowany przez badanie drugiego silnika. Wówczas jednostka homologująca może wybrać dodatkowy silnik do badań, uwzględniając cechy charakterystyczne, które wskazują, że może on mieć najwyższe poziomy emisji z silników w obrębie tej rodziny.

2.2. Jeżeli silniki w obrębie rodziny posiadają inne zmienne cechy charakterystyczne, które mogą być uznane za wpływające na poziom emisji spalin, to cechy te muszą być także zidentyfikowane i brane pod uwagę przy wyborze silnika macierzystego.

3. Podstawowe cechy charakterystyczne rodziny silnika.

3.1. Wspólne parametry:

3.1.1. Cykl spalania

3.1.2. Czynniki chłodzący

3.1.3. Sposób zasilania powietrzem

3.1.4. Typ komory spalania/konstrukcja

3.1.5. Zawory i okna przelotowe — konfiguracja, wymiary i ich liczba

3.1.6. Układ paliwowy

3.1.7. Układy „zarządzania” silnikiem:

3.1.7.1. Dowód identyczności następujących układów na podstawie numeru(-ów) rysunku(-ów):

1) chłodzenia powietrza doładowującego;

2) recyrkulacji spalin;

3) wtrysku wody/emulsji;

4) wtrysku powietrza.

3.1.8. Układ dodatkowy do oczyszczania spalin

Dowód zgodności stosunku: pojemność układu do dawki paliwa na skok (lub występowanie najniższej wartości dla silnika macierzystego) na podstawie numerów rysunków.

4. Wykaz rodziny silników

4.1. Nazwa rodziny silników:

4.2. Dane techniczne silników wchodzących w skład tej rodziny:

					Silnik macierzysty ⁽¹⁾
Typ silnika					
Liczba cylindrów					
Znamionowa prędkość obrotowa (obr/min)					
Dawka paliwa na skok (mm ³) dla silników ZS, natężenie przepływu paliwa (g/h) dla silników benzynowych					
Znamionowa moc netto (kW)					
Prędkość obrotowa momentu maksymalnego (obr/min)					
Dawka paliwa na skok (mm ³)					
Maksymalny moment obrotowy (Nm)					
Prędkość obrotowa biegu jałowego (obr/min)					
Objętość cylindra (w % objętości silnika macierzystego)					100%
⁽¹⁾ Dokładniejsze dane są podane w załączniku nr 1.1					

PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE TYPU SILNIKA W OBRĘBIE RODZINY⁽¹⁾

1. Opis silnika

1.1. Oznaczenie i adres producenta

1.2. Oznaczenie fabryczne silnika

1.3. Liczba suwów: czterosuwowy/dwusuwowy⁽²⁾

1.4. Średnica cylindra (mm)

1.5. Skok tłoka

1.6. Liczba i układ cylindrów

1.7. Pojemność skokowa silnika (cm³)

1.8. Znamionowa prędkość obrotowa

1.9. Prędkość obrotowa momentu maksymalnego

1.10. Objętościowy stopień sprężania⁽³⁾

1.11. Opis układu spalania

1.12. Rysunek(-nki) komory spalania i denka tłoka

1.13. Minimalne pole przekroju poprzecznego powierzchni otworów dolotowych i wylotowych

1.14. Układ chłodzenia:

1.14.1. Cieczą:

1) rodzaj cieczy;

2) pompa cyrkulacyjna: zastosowana/nie⁽²⁾;

3) charakterystyka lub marka oraz typ, jeżeli dotyczy;

4) przełożenie napędu, jeżeli dotyczy.

1.14.2. Powietrzem:

1) dmuchawa: tak/nie⁽²⁾;

2) charakterystyka lub marka oraz typ (jeżeli dotyczy);

3) przełożenie napędu (jeżeli dotyczy)

1.15. Temperatura dopuszczana przez producenta

1.15.1. Chłodzenie cieczą — maksymalna temperatura na wylocie: (K)

1.15.2. Chłodzenie powietrzem — punkt pomiarowy odniesienia:

1.15.3. Maksymalna temperatura ładunku powietrza na wlocie do chłodnicy powietrza doładowującego (jeżeli dotyczy): (K)

1.15.4. Maksymalna temperatura spalin w punkcie przewodu wylotowego przylegającego do zewnętrznego kołnierza kolektora wylotowego (K)

1.15.5. Temperatura oleju smarującego:

1) minimalna (K);

2) maksymalna (K).

1.16. Sprężarka doładowująca: tak/nie⁽²⁾

1) marka:

2) typ:

3) opis układu, w szczególności maksymalne ciśnienie doładowania, upust spalin, jeżeli dotyczy

4) chłodnica powietrza doładowującego: tak/nie⁽²⁾

1.17. Układ dolotowy: maksymalne dopuszczalne podciśnienie powietrza dolotowego przy znamionowej prędkości obrotowej silnika i 100 % obciążeniu (kPa)

1.18. Układ wylotowy — maksymalne dopuszczalne nadciśnienie spalin przy znamionowej prędkości obrotowej silnika i 100 % obciążeniu (kPa)

2. Opis dodatkowych urządzeń do oczyszczania spalin lub ich schematów

3. Zasilanie paliwem silników o zapłonie samoczynnym

3.1. Pompa podająca ciśnienie zasilania⁽³⁾ lub wykres jej charakterystyki (kPa)

3.2. Układ wtryskowy:

1) pompa

2) marka

3) typ

4) wydatek: i mm^3 ⁽³⁾ na skok lub cykl przy pełnym wtrysku i prędkości obrotowej pompy obr/min (znamionowa prędkość obrotowa) i odpowiednio (obr/min) (prędkość obrotowa momentu maksymalnego) lub wykres charakterystyki;

podać metodę pomiaru: na silniku/na stanowisku probierczym;

5) wyprzedzenie wtrysku:

a) charakterystyka wyprzedzenia wtrysku⁽³⁾b) kąt wyprzedzenia wtrysku⁽³⁾

6) przewody wtryskowe:

a) długość mm

b) średnica wewnętrzna mm

7) wtryskiwacz:

a) marka

b) typ

c) ciśnienie otwarcia wtryskiwacza⁽³⁾ lub wykres charakterystyki (kPa)

8) regulator:

a) marka

b) typ

c) prędkość obrotowa początku odcinania przy pełnym obciążeniu⁽³⁾ (obr/min),d) maksymalna prędkość obrotowa bez obciążenia⁽³⁾ (obr/min),e) prędkość obrotowa biegu jałowego⁽³⁾ (obr/min).

3.3. Układ zimnego rozruchu:

1) marka

2) typ

3) opis

4. Zasilanie paliwem silników benzynowych

4.1. Gaźnik:

1) Marka(-ki):

2) Typ(y):

4.2. Wtrysk paliwa do kanału dolotowego: jednopunktowy lub wielopunktowy:

1) Marka(-ki):

2) Typ(y)

4.3. Wtrysk bezpośredni:

1) Marka(-ki):

2) Typ(y):

4.4. Natężenie przepływu paliwa i stosunek powietrze/paliwo przy znamionowej prędkości obrotowej i w pełni otwartej przepustnicy

5. Układ rozrządu

5.1. Maksymalny wznios oraz kąt otwarcia i zamknięcia zaworów w stosunku do położenia zwrotnego lub dane równoważne.

5.2. Luzy zaworowe kontrolne lub robocze⁽²⁾

5.2.1. Układ zmiennych faz rozrzędu (jeśli ma to zastosowanie i w podziale na dolotowy i/lub wylotowy)

5.3. Rodzaje układu rozrzędu: ciągły lub włączony/wyłączony

5.3.1. Kąt zmiany krzywki na wałku

6. Konfiguracja otworów dolotowych

6.1. Położenie, rozmiar i liczba

7. Układ zapłonu

7.1. Cewka zapłonowa

1) Marka(-ki):

2) Typ(y):

3) Liczba:

7.2. Świeca(-ce) zapłonowa(-we):

1) Marka(-ki):

2) Typ(y):

7.3. Iskrownik:

1) Marka(-ki):

2) Typ(y):

7.4. Wyprzedzenie zapłonu:

1) Statyczne wyprzedzenie zapłonu względem wewnętrznego zwrotnego położenia (kąt obrotu wału korbowego w stopniach)

2) Charakterystyka wyprzedzenia zapłonu, jeżeli ma to zastosowanie

8. Charakterystyka techniczna paliwa wzorcowego do badań homologacyjnych i do badań zgodności produkcji.

8.1. Paliwo wzorcowe do silników o zapłonie samoczynnym niedrogowych maszyn ruchomych homologowanych według wartości granicznych dla etapów I i II oraz dla silników stosowanych w statkach żeglugi śródlądowej.

Uwaga: Podano podstawowe właściwości dla osiąarów silnika/emisji spalin.

	Granice i jednostki ⁽²⁾	Metoda badań
Liczba cetanowa ⁽⁴⁾	minimum 45 ⁽⁷⁾ maksimum 50	ISO 5165
Gęstość przy 15 °C	minimum 835 kg/m ³ maksimum 845 kg/m ³	ISO 3675, ASTM D 4052
Destylacja ⁽³⁾ - 95 % destyluje	maksimum 370 °C	ISO 3405
Lepkość przy 40 °C	minimum 2,5 mm ² /s maksimum 3,5 mm ² /s	ISO 3104
Zawartość siarki	minimum 0,1 % masy ⁽⁹⁾ maksimum 0,2 % masy ⁽⁸⁾	ISO 8754, EN 24260
Temperatura zapłonu	minimum 55 °C	ISO 2719
Temperatura zablokowania zimnego filtra	minimum - maksimum + 5 °C	EN 116
Badanie działania korodującego na płytkach miedzi przy 50 °C	maksimum 1	ISO 2160
Pozostałość po koksowaniu	maksimum 0,3 % masy	ISO 10370
Pozostałość po spopieleniu	maksimum 0,01 % masy	ASTM D 482 ⁽¹²⁾
Zawartość wody	maksimum 0,05 % masy	ASTM D 95, D 1744
Liczba kwasowa	maksimum 0,20 mg KOH/g	
Odporność na utlenianie ⁽⁵⁾	maksimum 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Dodatki ⁽⁶⁾		

(1) Należy podać dla każdego silnika rodziny.

(2) Niepotrzebne skreślić.

(3) Podać tolerancję.

Uwaga 1: Jeżeli jest wymagane obliczenie sprawności cieplnej silnika lub pojazdu, to wartość opałową paliwa można obliczyć z wzoru:

$$\text{wartość opałowa (netto) MJ/ kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d^2 + 3,17 \cdot d) \cdot (1 - (x + y + s)) + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x$$

gdzie: d = gęstość przy 288 K (15 °C)

x = masowy udział wody (%/100)

y = masowy udział popiołu (%/100)

s = masowy udział siarki (%/100).

Uwaga 2: Przedstawione w opisie technicznym wartości są „wartościami rzeczywistymi”. W ustalaniu ich wartości granicznych posłużono się warunkami normy ASTM D 3244 „Zdefiniowanie podstaw do dyskusji o jakości produktów z ropy naftowej”, a w ustaleniu wartości minimalnej wzięto pod uwagę minimalną różnicę 2R powyżej zera; w ustaleniu wartości maksymalnej i minimalnej — minimalna różnica jest 4R między nimi (R = odtwarzalność).

Mimo tej zasady, która jest konieczna ze względów statystycznych, wytwórca paliwa powinien jednak starać się doprowadzić do wartości zerowej, gdy wymagana wartość maksymalna wynosi 2R, i do wartości średniej, gdy podana jest maksymalna i minimalna wartość graniczna. Jeśli konieczne jest wyjaśnienie, czy paliwo spełnia wymagania dotyczące charakterystyki, warunki normy ASTM D 3244 powinny być zastosowane.

Uwaga 3: Podane liczby pokazują odparowane ilości (procent pozyskany + procent stracony).

Uwaga 4: Zakres liczby cetanowej nie jest zgodny z wymaganiem minimalnego zakresu 4R. Tym niemniej, w przypadku sporu pomiędzy dostawcą a użytkownikiem paliwa można stosować warunki z ASTM D 3244 w celu rozstrzygnięcia takich kwestii spornych, pod warunkiem że przeprowadzi się pomiary wielokrotnie, w liczbie dostatecznej do uzyskania niezbędnej precyzji, zamiast pojedynczego oznaczania.

Uwaga 5: Chociaż stabilność utleniania jest kontrolowana, to należy się spodziewać, że dopuszczalny okres magazynowania będzie ograniczony. Należy żądać od dostawcy informacji o warunkach magazynowania i czasie użytkowania paliwa.

Uwaga 6: Paliwo to powinno być komponowane tylko z produktów węglowodorowych z destylacji zachowawczej lub krakingowej; dopuszczalne jest odsiarczanie. Paliwo nie powinno zawierać żadnych dodatków metalicznych lub dodatków podwyższających liczbę cetanową.

Uwaga 7: Dopuszczalne są niższe wartości; w tym przypadku liczbę cetanową zastosowanego paliwa wzorcowego należy podać w sprawozdaniu.

Uwaga 8: Dopuszczalne są wyższe wartości; w tym przypadku należy podać w sprawozdaniu zawartość siarki w paliwie wzorcowym.

Uwaga 9: Należy nieustannie śledzić tendencje rynków. Do celów homologacji silnika bez urządzenia do dodatkowego oczyszczania spalin, na wniosek występującego o homologację, dopuszcza się nominalną masową zawartość siarki 0,050 % (minimum 0,03 % masy). W takim przypadku zmierzony poziom emisji cząstek stałych należy skorygować w górę zgodnie z poniższym równaniem, w stosunku do wartości średniej podanej jako wartość nominalna dla paliwa o zawartości siarki (0,150 % masy):

$$PT_{\text{adj}} = PT + [SFC \cdot 0,0917 \cdot (NSLF - FSF)]$$

gdzie: PT_{adj} = wartość skorygowana PT (g/kWh)

PT = zmierzona wartość emisji jednostkowej cząstek stałych (g/kWh)

SFC = jednostkowe zużycie paliwa (g/kWh) obliczone zgodnie z wyrażeniem podanym poniżej

$NSLF$ = średni, podany jako nominalny, masowy udział zawartości siarki (np. 0,15 %/100)

FSF = masowy udział zawartości siarki w paliwie (%/100)

Równanie służące dla obliczenia średniego ważonego jednostkowego zużycia paliwa:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{FUEL,i} \times WFi}{\sum_{i=1}^n P_i \times WFi}$$

gdzie: $P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

Wymagania w zakresie zgodności produkcji według § 36 ust. 5 rozporządzenia muszą być spełnione przy użyciu paliwa wzorcowego o zawartości siarki, która odpowiada poziomowi minimum/maksimum : 0,1/ 0,2 % masy.

Uwaga 10: Wyższe wartości, do 855 kg/m³, są dopuszczalne, jednak w tym przypadku powinna być podana gęstość zastosowanego paliwa wzorcowego. Wymagania dla zgodności produkcji według § 36 ust. 5 rozporządzenia muszą być spełnione przy użyciu paliwa wzorcowego, które odpowiada poziomowi minimum/maksimum: 835/ 845 kg/m³.

Uwaga 11: Należy śledzić tendencje rynków w zakresie wszystkich własności paliwa i wartości granicznych.

Uwaga 12: Ma być zastąpiona przez EN/ ISO 6245 z dniem wprowadzenia w życie tej normy.

8.2. Paliwo wzorcowe do silników o zapłonie samoczynnym niedrogowych maszyn ruchomych homologowanych według wartości granicznych dla etapu IIIA

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ¹		Metoda badania
		minimum	maksimum	
Liczba cetanowa ²		52	54,0	EN-ISO 5165
Gęstość przy 15 °C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675
Skład frakcyjny:				
50 % destyluje do temperatury	°C	245	-	EN-ISO 3405
95 % destyluje do temperatury	°C	345	350	EN-ISO 3405
Temperatura końca destylacji	°C	-	370	EN-ISO 3405
Temperatura zapłonu	°C	55	-	EN 22719
Temperatura zablokowania zimnego filtra	°C	-	-5	EN 116
Lepkość kinematyczna w temperaturze 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Zawartość policyklicznych węglowodorów aromatycznych	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Zawartość siarki ³	mg/kg	-	300	ASTM D 5453
Badanie działania korodującego na płytce miedzianej w temperaturze 50 °C		-	klasa 1	EN-ISO 2160
Pozostałość po koksowaniu 10 % pozostałości destylacyjnej	% m/m	-	0,2	EN-ISO 10370
Pozostałość po spopieleniu	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245
Zawartość wody	% m/m	-	0,05	EN-ISO 12937
Liczba kwasowa	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Odporność na utlenianie ⁴	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205

Uwaga 1: Przedstawione w opisie technicznym wartości są „wartościami rzeczywistymi”. W ustalaniu ich wartości granicznych posłużono się warunkami normy ISO 4259 „Produkty naftowe — określenie i zastosowanie dokładnych danych odnośnie do metod badań”, a w ustaleniu wartości minimalnej wzięto pod uwagę minimalną różnicę 2R powyżej zera; w ustaleniu wartości maksymalnej i minimalnej — minimalna różnica jest 4R (R = odtwarzalność).

Mimo tej zasady, która jest konieczna ze względów technicznych, wytwórca paliwa powinien jednak starać się doprowadzić do wartości zerowej, gdy wymagana wartość maksymalna wynosi 2R, i do wartości średniej, gdy podana jest maksymalna i minimalna wartość graniczna. Jeśli konieczne jest wyjaśnienie, czy paliwo spełnia wymagania techniczne, warunki normy ISO 4259 powinny być zastosowane.

Uwaga 2: Zakres liczby cetanowej nie jest zgodny z wymaganiem minimalnego zakresu 4R. Niemniej jednak, w przypadku sporów pomiędzy dostawcą a użytkownikiem paliwa można stosować warunki określone w normie ISO 4259 w celu rozstrzygnięcia takich kwestii spornych, pod warunkiem że przeprowadzi się pomiary wielokrotne, w liczbie dostatecznej do uzyskania niezbędnej precyzji, zamiast pojedynczego oznaczenia.

Uwaga 3: Należy podać w sprawozdaniu rzeczywistą zawartość siarki w paliwie stosowanym do badań.

Uwaga 4: Chociaż stabilność utleniania jest kontrolowana, to należy się spodziewać, że dopuszczalny okres magazynowania będzie ograniczony. Należy żądać od dostawcy informacji o warunkach i czasie magazynowania.

8.3. Paliwo wzorcowe do silników o zapłonie samoczynnym niedrogowych maszyn ruchomych homologowanych według wartości granicznych dla etapu IIIB i IV

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ¹		Metoda badania
		minimum	maksimum	
Liczba cetanowa ²			54,0	EN-ISO 5165
Gęstość przy 15 °C	kg/ m ³	833	837	EN-ISO 3675
Skład frakcyjny:				
50 % destyluje do temperatury	°C	245	-	EN-ISO 3405
95 % destyluje do temperatury	°C	345	350	EN-ISO 3405
Temperatura końca destylacji	°C	-	370	EN-ISO 3405
Temperatura zapłonu	°C	55	-	EN 22719
Temperatura zablokowania zimnego filtra	°C	-	-5	EN 116
Lepkość kinematyczna w temperaturze 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Zawartość policyklicznych węglowodorów aromatycznych	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Zawartość siarki ³	mg/kg	-	300	ASTM D 5453
Badanie działania korodującego na płytce miedzi w temperaturze 50 °C		-	klasa 1	EN-ISO 2160
Pozostałość po koksowaniu 10 % pozostałości destylacyjnej	% m/m	-	0,2	EN-ISO 10370
Pozostałość po spopieleniu	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245
Zawartość wody	% m/m	-	0,05	EN-ISO 12937
Liczba kwasowa	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Odporność na utlenianie ⁴	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205
Smarowność (średnica śladu zużycia w temperaturze 60 °C)	µm	-	400	CEC F-06-A-96
Estry metylowe kwasów tłuszczowych		zabronione		

Uwaga 1: Przedstawione w opisie technicznym wartości są „wartościami rzeczywistymi”. W ustalaniu ich wartości granicznych posłużono się warunkami normy ISO 4259 „Produkty naftowe — określenie i zastosowanie dokładnych danych odnośnie do metod badań”, a w ustaleniu wartości minimalnej wzięto pod uwagę minimalną różnicę 2R powyżej zera; w ustaleniu wartości maksymalnej i minimalnej — minimalna różnica jest 4R (R = odtwarzalność).

Mimo tej zasady, która jest konieczna ze względów charakterystycznych, wytwórca paliwa powinien jednak starać się doprowadzić do wartości zerowej, gdy wymagana wartość maksymalna wynosi 2R, i do wartości średniej, gdy podana jest maksymalna i minimalna wartość graniczna. Jeśli konieczne jest wyjaśnienie, czy paliwo spełnia wymagania techniczne, warunki normy ISO 4259 powinny być zastosowane.

Uwaga 2: Zakres liczby cetanowej nie jest zgodny z wymaganiem minimalnego zakresu 4R. Tym niemniej, w przypadku sporów pomiędzy dostawcą a użytkownikiem paliwa można stosować warunki podane w normie ISO 4259 w celu ich rozstrzygnięcia, pod warunkiem że przeprowadzi się pomiary wielokrotne, w liczbie dostatecznej do uzyskania niezbędnej dokładności, zamiast pojedynczych oznaczeń.

Uwaga 3: Należy podać w sprawozdaniu rzeczywistą zawartość siarki w paliwie stosowanym do badań.

Uwaga 4: Chociaż stabilność utleniania jest kontrolowana, to należy się spodziewać, że dopuszczalny okres magazynowania będzie ograniczony. Należy żądać od dostawcy informacji o warunkach i czasie magazynowania paliwa.

9. Układ analizy i pobierania próbek.

Układy pobierania próbek gazowych i cząstek stałych

Numer rysunku	Opis
2	Schemat układu analizy spalin nierozcieńczonych
3	Schemat układu analizy spalin rozcieńczonych
4	Przepływ częściowy, przepływ izokinetyczny, sterowanie pompą zasysającą, pobieranie próbki z części przepływu
5	Przepływ częściowy, przepływ izokinetyczny, sterowanie ciśnieniem pompy, pobieranie próbek z części przepływu
6	Przepływ częściowy, regulacja CO ₂ lub NO _x , pobieranie próbki z części przepływu
7	Przepływ częściowy, bilans CO ₂ lub węgla, pobieranie próbki z całego przepływu
8	Przepływ częściowy, z pojedynczą zwężką Venturiego i pomiarem stężenia, pobieranie próbki z części przepływu
9	Przepływ częściowy z dwoma zwężkami Venturiego lub kryzami i pomiarem stężenia, pobieranie próbki z części przepływu
10	Przepływ częściowy z wiązką rurek rozdzielających i pomiarem stężenia, pobieranie próbki z części przepływu
11	Przepływ częściowy, regulacja przepływu, pobieranie próbki z całego przepływu
12	Przepływ częściowy, regulacja przepływu, pobieranie próbki z części przepływu
13	Przepływ całkowity, pompa waporowa lub zwężka Venturiego o przepływie krytycznym, pobieranie próbki z części przepływu
14	Układ pobierania próbek cząstek stałych
15	Układ rozcieńczania przepływu całkowitego

9.1. Określenie emisji zanieczyszczeń gazowych

9.1.1. Oznaczanie emisji zanieczyszczeń gazowych

Szczegółowe opisy zalecanych układów pobierania próbek i analizy zawierają pkt 9.1.1.1 oraz rysunki 2 i 3. Ponieważ różne konfiguracje mogą dawać równoważne wyniki, zgodność z przedstawionymi schematami nie jest wymagana. W celu uzyskania dodatkowych informacji i skoordynowania działania układów składowych mogą być użyte w szczególności przyrządy, zawory, solenoidy, pompy i przełączniki. Inne części składowe, które nie są potrzebne do utrzymania dokładności niektórych układów, mogą być wyłączone, o ile ich wyłączenie jest oparte na dobrej praktyce inżynierskiej.

9.1.1.1. Gazowe składniki spalin: CO, CO₂, HC, NO_x.

Układ analityczny do oznaczania emisji składników gazowych w nierozcieńczonych lub rozcieńczonych spalinach opisano na podstawie zastosowanego analizatora:

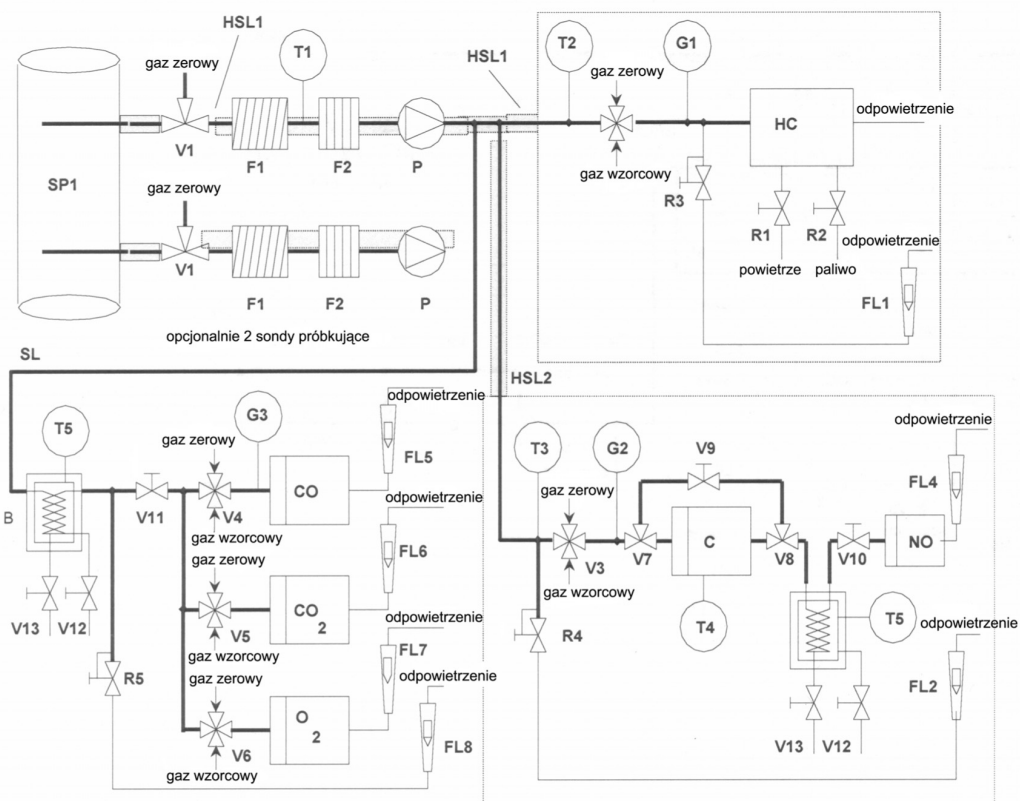
- 1) HFID — do oznaczania węglowodorów;
- 2) NDIR — do oznaczania tlenku węgla i dwutlenku węgla;
- 3) HCLD lub analizatora równoważnego do oznaczania tlenków azotu.

W przypadku spalin nierozcieńczonych (rysunek 2) próbka dla wszystkich gazowych składników spalin może być pobrana jedną sondą lub dwoma sondami umieszczonymi blisko siebie i rozdzielona wewnętrznie do poszczególnych analizatorów. Należy zwrócić uwagę, aby w żadnym punkcie układu analizującego nie występowała kondensacja składników spalin (zawierających wodę i kwas siarkowy).

W przypadku rozcieńczonych gazów spalinowych (rysunek 3) próbka do oznaczenia węglowodorów powinna być pobrana inną sondą niż próbka dla innych składników. Należy zwrócić uwagę, aby w żadnym punkcie układu analizującego nie występowała kondensacja składników spalin (zawierających wodę i kwas siarkowy).

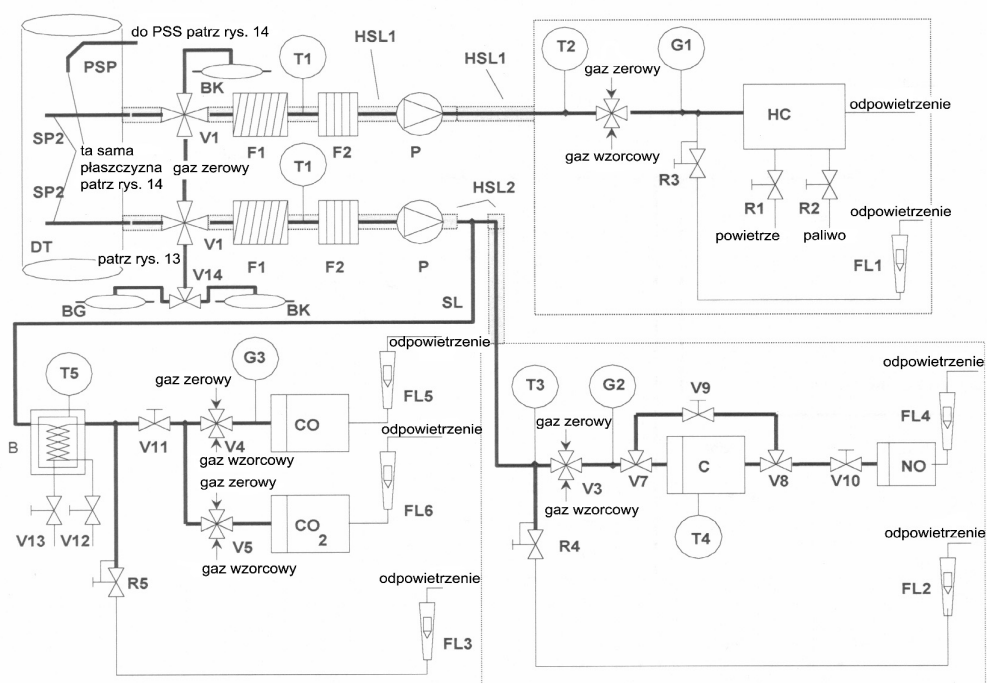
Rysunek 2

Schemat przepływowy układu analizy spalin dla CO, NO_x i HC



Rysunek 3

Schemat przepływowy układu analizy rozcieńczonych spalin dla CO, CO₂, NO_x i HC



opis rysunków 2 i 3

Wszystkie elementy drogi przepływu pobranej próbki gazu muszą być utrzymywane w temperaturze wymaganej dla poszczególnych układów.

— SP1 — sonda do pobierania próbek spalin nierozcieńczonych (dotyczy rysunku 2).

Zalecana jest wielootworowa prosta sonda ze stali nierdzewnej, o zaślepionym końcu. Wewnętrzna średnica sondy nie powinna być większa niż średnica wewnętrzna linii pobierania próbek. Grubość ścianki sondy nie może być większa niż 1 mm. Sonda powinna posiadać minimum 3 otwory w trzech różnych płaszczyznach promieniowych tak rozmieszczone, aby pobierać w przybliżeniu jednakowy przepływ. Sondę należy wsunąć w poprzek przewodu wylotowego na głębokość co najmniej 80 % jego średnicy.

— SP2 — sonda do pobierania próbek HC z rozcieńczonych spalin (dotyczy rysunku 3).

Sonda powinna:

- 1) stanowić pierwszy odcinek o długości od 254 mm do 762 mm linii do pobierania próbek węglowodorów (HSL3);
- 2) mieć wewnętrzną średnicę o wartości minimum 5 mm;
- 3) być zainstalowana w tunelu rozcieńczania DT (pkt 9.2.1.2), w punkcie, w którym powietrze rozcieńczające i spaliny są dobrze wymieszane (to jest w przybliżeniu w odległości około 10 średnic tunelu od punktu wlotu spalin do tunelu rozcieńczania, współprądowo);
- 4) być położona w wystarczającej odległości (promieniowo) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby była wolna od wpływu obszarów martwych lub zawirowań;
- 5) być ogrzewana tak, aby zapewnić wzrost temperatury strumienia gazu na wylocie z sondy do 463 K (190 °C) ± 10 K.

— SP3 — sonda do pobierania próbek CO, CO₂ i NO_x z rozcieńczonych gazów spalinowych (tylko rysunek 3)

Sonda powinna być:

- 1) w tej samej płaszczyźnie co sonda SP2;
- 2) w wystarczającej odległości (promieniowo) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby była wolna od wpływu obszarów martwych lub zawirowań;
- 3) izolowana i ogrzewana na całej długości do temperatury 328 K (55 °C), w celu zabezpieczenia przed kondensacją wody.

— HSL1 — podgrzewana linia pobierania próbek dostarcza próbkę gazu z pojedynczej sondy do punktu (punktów) rozgałęzienia i do analizatora HC;

Linia pobierania próbek powinna:

- 1) mieć średnicę wewnętrzną minimum 5 mm i maksimum 13,5 mm;
- 2) być wykonana ze stali nierdzewnej lub z PTFE;
- 3) utrzymywać temperaturę ścianki mierzoną w każdej sekcji z oddzielnie regulowanym podgrzewaniem na poziomie 463 K (190 °C) ± 10 K, jeżeli temperatura spalin w pobliżu sondy do pobierania próbek jest równa lub niższa od 463 K (190 °C);
- 4) utrzymywać temperaturę ścianki większą niż 453 K (180 °C), jeżeli temperatura spalin w pobliżu sondy do pobierania próbek jest większa od 463 K (190 °C);
- 5) utrzymywać temperaturę gazu na poziomie 463 K (190 °C) ± 10 K bezpośrednio przed podgrzewanym filtrem (F2) i analizatorem HFID.

— HSL2 — podgrzewana linia pobierania próbek NO_x

Linia pobierania próbek powinna:

- 1) utrzymywać temperaturę ścianki 328—473 K (55—200 °C) aż do konwertora, w przypadku zastosowania kąpielii chłodzącej, i aż do analizatora, gdy kąpiel chłodząca nie jest stosowana;
- 2) być wykonana ze stali nierdzewnej lub z PTFE.

Ponieważ ogrzewanie linii do pobierania próbek gazów spalinowych jest potrzebne wyłącznie w celu zapobieżenia kondensacji wody i kwasu siarkowego, temperatura linii pobierania próbek zależy od zawartości siarki w paliwie.

— SL — linia pobierania próbek dla CO (CO₂) powinna być wykonana z PTFE lub stali nierdzewnej. Może ona być ogrzewana lub nieogrzewana.

— BK — worek do oznaczania stężeń w tle (nieobowiązkowo; tylko rysunek 3).

— BG — worek do oznaczania stężeń w próbce spalin (nieobowiązkowo; rysunek 3 tylko dla CO i CO₂).

— F1 — podgrzewany filtr wstępny (nieobowiązkowo). Temperatura filtru powinna być taka sama jak temperatura HSL1.

— F2 — filtr podgrzewany powinien zatrzymać wszystkie stałe zanieczyszczenia z próbki gazu przed analizatorem. Temperatura filtru powinna być taka sama jak temperatura HSL1. W razie potrzeby filtr należy wymienić.

- P — podgrzewana pompa do pobierania próbek powinna być podgrzewana do takiej temperatury jak HSL1.
- HC — podgrzewany detektor płomieniowo-jonizacyjny (HFID) do oznaczania węglowodorów. Temperatura powinna być utrzymywana w zakresie 453—473 K (180—200 °C).
- CO, CO₂ — analizatory NDIR do oznaczania tlenu węgla i dwutlenku węgla.
- NO₂ — analizator CLD lub HCLD do oznaczania tlenków azotu. W przypadku użycia HCLD jego temperatura powinna być utrzymywana w zakresie 328—473 K (55—200 °C).
- C — konwertor powinien być stosowany do katalitycznej redukcji NO₂ do NO przed dokonaniem analizy w CLD lub HCLD.
- B — kąpiel chłodząca do chłodzenia i kondensacji wody z próbki spalin. Temperatura kąpeli powinna być utrzymywana w zakresie 273—277 K (0—4 °C) za pomocą lodu lub urządzenia chłodzącego. Jest to nieobowiązkowe, jeżeli analizator nie wykazuje zakłóceń spowodowanych parą wodną, jak opisano w załączniku nr 2 do rozporządzenia pkt 7.9.1 i 7.9.2.

Stosowanie chemicznych środków usuwających wodę z pobranych próbek jest niedozwolone.

- T1, T2, T3 — czujniki temperatury do kontroli temperatury strumienia gazu.
- T4 — czujnik temperatury. Temperatura konwertora NO₂—NO.
- T5 — czujnik temperatury mierzy temperaturę kąpeli chłodzącej.
- G1, G2, G3 — ciśnieniomierze do pomiaru ciśnienia w liniach pobierania próbek.
- R1, R2 — regulatory do kontroli ciśnienia odpowiednio powietrza i paliwa, dla HFID.
- R3, R4, R5 — regulatory ciśnienia do kontroli ciśnienia w liniach pobierania próbek i regulacji dopływu do analizatorów.
- FL1, FL2, FL3 — przepływomierze do pomiaru natężenia przepływu bocznikowego próbki.
- FL4 do FL7 — przepływomierze (nieobowiązkowo) do kontroli natężenia przepływu przez analizatory.
- V1 do V6 — zawory rozdzielcze — układ zaworów kierujący próbkę spalin, gaz wzorcowy lub gaz zerowy do analizatorów.
- V7, V8 — zawory elektromagnetyczne do linii bocznikowej konwertora NO₂—NO.
- V9 — zawór iglicowy do zrównoważenia przepływu przez konwertor NO₂—NO i linię bocznikową.
- V10, V11 — zawory iglicowe do regulacji przepływu przez analizatory.
- V12, V13 — zawory spustowe do spuszczenia kondensatu z kąpeli chłodzącej B.
- V14 — zawór rozdzielczy wybierający worek z próbką spalin lub worek z tłem.

9.2. Oznaczanie cząstek stałych

Szczegółowe opisy zalecanych układów rozcieńczania i pobierania próbek zawierają rysunki od 4 do 15. W przypadku gdy różne konfiguracje mogą doprowadzać do równoważnych wyników, nie jest wymagana zgodność z przedstawionymi schematami. W celu uzyskania dodatkowych informacji i koordynowania działania układów składowych mogą być użyte w szczególności przyrządy, zawory, solenoidy, pompy i przełączniki. Inne elementy składowe, które nie są konieczne do utrzymania dokładności niektórych układów, mogą być wyłączone, jeżeli ich wyłączenie opiera się na dobrej praktyce inżynierskiej.

9.2.1. Układ rozdzielacza

9.2.1.1. Układ rozcieńczania przepływu częściowego przedstawiają rysunki od 4 do 12 (wiele rodzajów układów rozcieńczenia przepływu częściowego), które normalnie mogą być stosowane do testu stacjonarnego (NRSC). Ponieważ jednak testy niestacjonarne narzucają dodatkowe surowe ograniczenia, jedynie te układy rozcieńczenia przepływu częściowego (rysunki 4—12), które spełniają wymagania podane w punkcie „Wymagania techniczne dla układów rozcieńczenia przepływu częściowego” załącznika nr 2 do rozporządzenia pkt 6.4, mogą być zaakceptowane dla testu niestacjonarnego (NRTC).

Działanie układu rozcieńczania przepływu częściowego oparte jest na rozcieńczaniu części strumienia spalin. Rozdzielenie strumienia spalin i następnie proces rozcieńczania może być dokonany za pomocą układów rozcieńczania różnych typów. W celu późniejszego zbierania cząstek stałych przez układ pobierania próbek cząstek stałych (rysunek 14) może być przepuszczana całość lub tylko część rozcieńczonych spalin. Pierwszą metodę określa się jako układ pobierania próbki z całego przepływu, drugą metodę jako układ pobierania próbki z części przepływu.

Obliczenie stopnia rozcieńczania zależy od rodzaju zastosowanego układu.

9.2.1.1.1. Zaleca się stosowanie następujących układów:

- 1) izokinetycznego określonego na rysunkach 4 i 5;

W układach izokinetycznych przepływ do wnętrza rurki przesyłającej jest dopasowany pod względem prędkości lub ciśnienia do całkowitego przepływu spalin, co wymaga niezakłóconego i równomiernego przepływu spalin przy sondzie pobierającej próbkę. Uzyskuje się to poprzez użycie rezonatora i prostoliniowości przewodu przed punktem pobierania próbek (idąc pod prąd). Proporcja

rozdziatu jest wówczas obliczana z łatwo mierzalnych wartości, jak średnice przewodów. Warunki izokinetyczne wykorzystywane są tylko do ustawienia warunków przepływu, a nie w celu ustawienia rozdziatu wielkości cząstek stałych. Ustawienie rozdziatu wielkości cząstek nie jest konieczne, gdyż cząstki stałe są dostatecznie małe, aby podążać wzdłuż linii przepływu.

2) z regulacją przepływu i z pomiarem stężenia, określonych na rysunkach 6—10;

W układach z regulacją przepływu i z pomiarem stężenia pobór próbek z całego strumienia spalin dokonywany jest poprzez regulację przepływu powietrza rozcieńczającego i całkowitego przepływu rozcieńczonych spalin. Stosunek rozcieńczenia wyznaczany jest ze stężeń naturalnie występujących w spalinach gazów wskaźnikowych, takich jak CO_2 lub NO_x . Stężenia w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym są mierzone, podczas gdy stężenie w spalinach nierozcieńczonych może być albo mierzone bezpośrednio, albo wyznaczone na podstawie zużycia paliwa i równania bilansu węgla, jeżeli znany jest skład paliwa. Układy te mogą być regulowane poprzez obliczony stosunek rozcieńczenia (rysunki 6 i 7) lub poprzez przepływy w przewodzie przesyłającym (rysunki 8—10).

3) z regulacją przepływu i z jego pomiarem, określonych na rysunkach 11 i 12;

W układach z redukcją przepływu i z jego pomiarem próbka jest pobierana z całego strumienia spalin poprzez ustawienie przepływu powietrza rozcieńczającego oraz całkowitego przepływu rozcieńczonych spalin. Stopień rozcieńczenia wyznaczany jest z różnicy natężenia obu przepływów. W związku z tym, że wzajemne wartości bezwzględne natężenia obu przepływów, przy wyższych stosunkach rozcieńczenia, mogą prowadzić do znaczących błędów, wymagane jest wzajemne dokładne wzorcowanie przepływomierzy (rysunek 9 i następne). Regulacja przepływu jest bardzo uproszczona poprzez utrzymywanie natężenia przepływu rozcieńczonych spalin na stałym poziomie i zmianę natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego, jeżeli jest to konieczne.

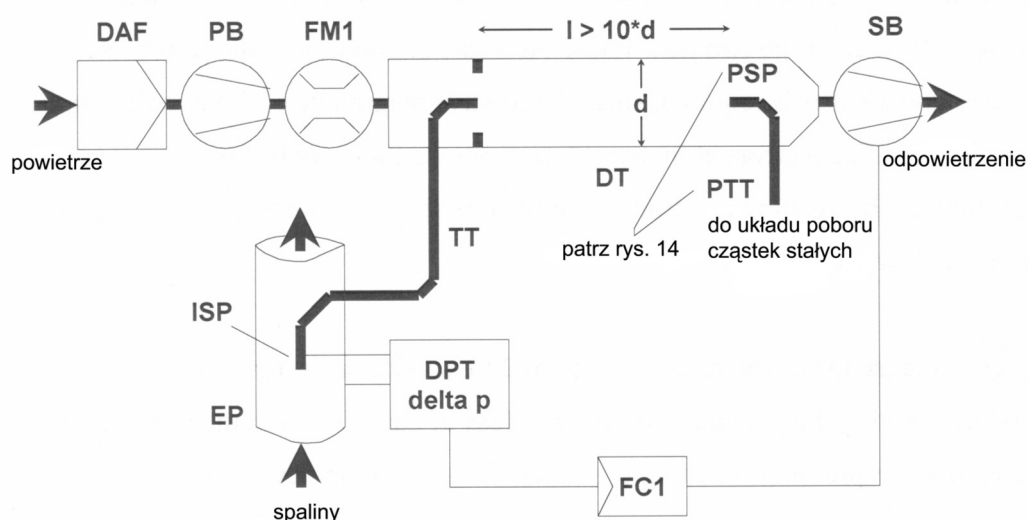
Aby wykorzystać wszystkie zalety układów rozcieńczania przepływu częściowego, powinny być wyeliminowane potencjalne problemy związane ze stratą cząstek stałych w rurce przesyłającej oraz zapewnione reprezentatywne próbki pobrane z układu wylotowego silnika i prawidłowe określenie stosunku rozdziatu. W opisanych układach zwrócono uwagę na te krytyczne problemy.

4) rozcieńczenia przepływu całkowitego określonego na rysunku 3;

5) do pobierania próbek cząstek stałych, określonych na rysunkach 14 i 15.

Rysunek 4

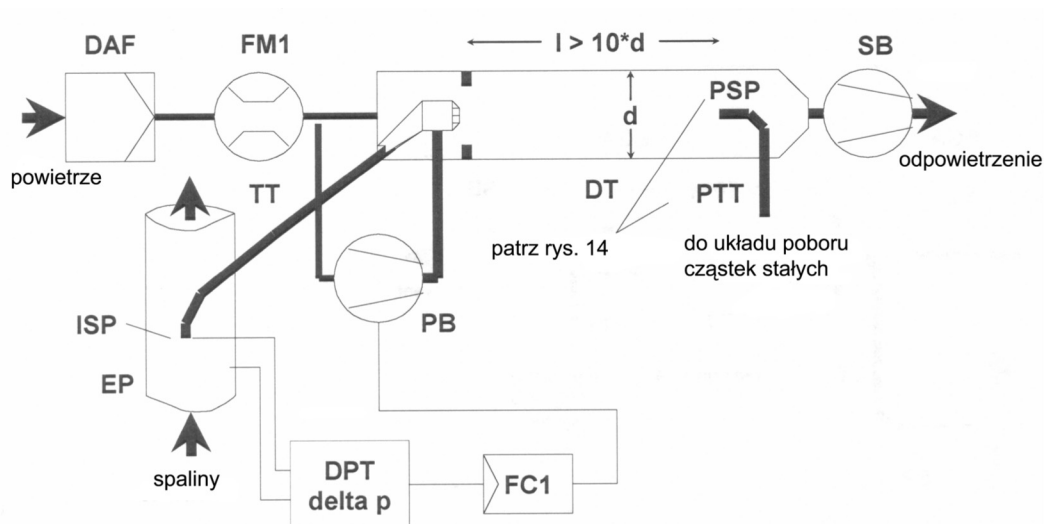
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbek z części przepływu (regulacja SB)



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do izokinetycznego pobierania próbek ISP i rurkę przesyłającą TT. Różnica ciśnienia spalin w rurze wylotowej i na wlocie do sondy jest mierzona przetwornikiem ciśnienia DPT. Sygnał z DPT przekazywany jest do regulatora przepływu FC1, który steruje dmuchawą ssącą SB, tak aby utrzymać zerową różnicę ciśnień na końcówce sondy. W tych warunkach prędkości gazów spalinowych w EP i ISP są jednakowe, a przepływ przez ISP i TT jest stałą częścią (rozdziatem) przepływu spalin. Stosunek rozdziatu jest wyznaczany z pól przekrojów poprzecznych EP i ISP. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest mierzone przepływomierzem FM1. Stopień rozcieńczenia obliczany jest z natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego i stosunku rozdziatu.

Rysunek 5

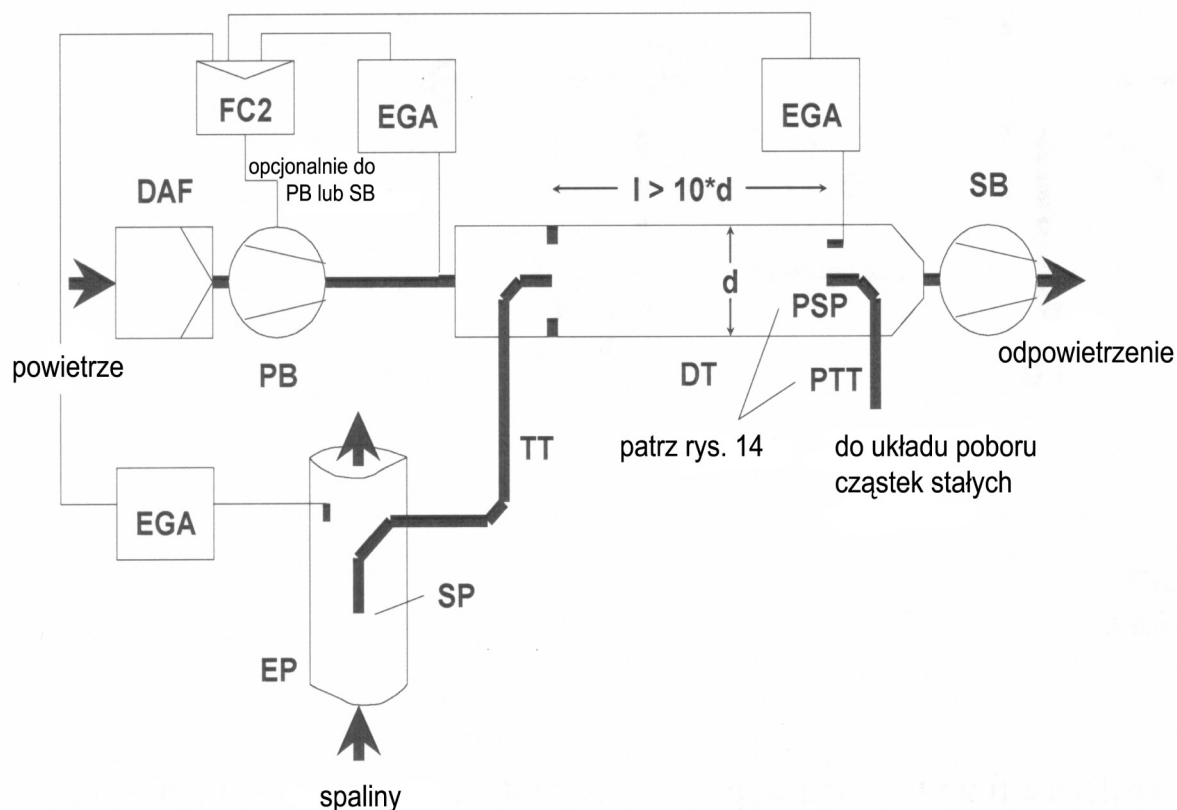
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbki z części przepływu (regulacja PB)



Nierozcieńczone spaliny przepływają z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę izokinetyczną ISP i rurkę przesyłającą TT. Różnica ciśnień spalin między przewodem wylotowym i wlotem do sondy jest mierzona przez przetwornik ciśnienia DPT. Sygnał z tego przetwornika przekazywany jest do regulatora przepływu FC1, który steruje dmuchawą tłoczącą PB, tak aby utrzymać zerową różnicę ciśnień na końcówce sondy. Uzyskuje się to przez pobieranie niewielkiej części powietrza rozcieńczającego, którego natężenie przepływu zostało uprzednio zmierzone przepływomierzem FM1, i wprowadzenie go do TT poprzez kryzę pneumatyczną. W tych warunkach prędkości gazów spalinowych w EP i ISP są jednakowe, a przepływ przez ISP i TT jest stałą częścią (rozdziałem) przepływu spalin. Stosunek rozdziału jest wyznaczany z pól przekrojów poprzecznych EP i ISP. Powietrze rozcieńczające zasysane jest poprzez DT przez dmuchawę ssącą SB, a natężenie przepływu mierzone jest przez FM1 na wlocie do DT. Stopień rozcieńczenia obliczany jest z natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego i stosunku rozdziału.

Rysunek 6

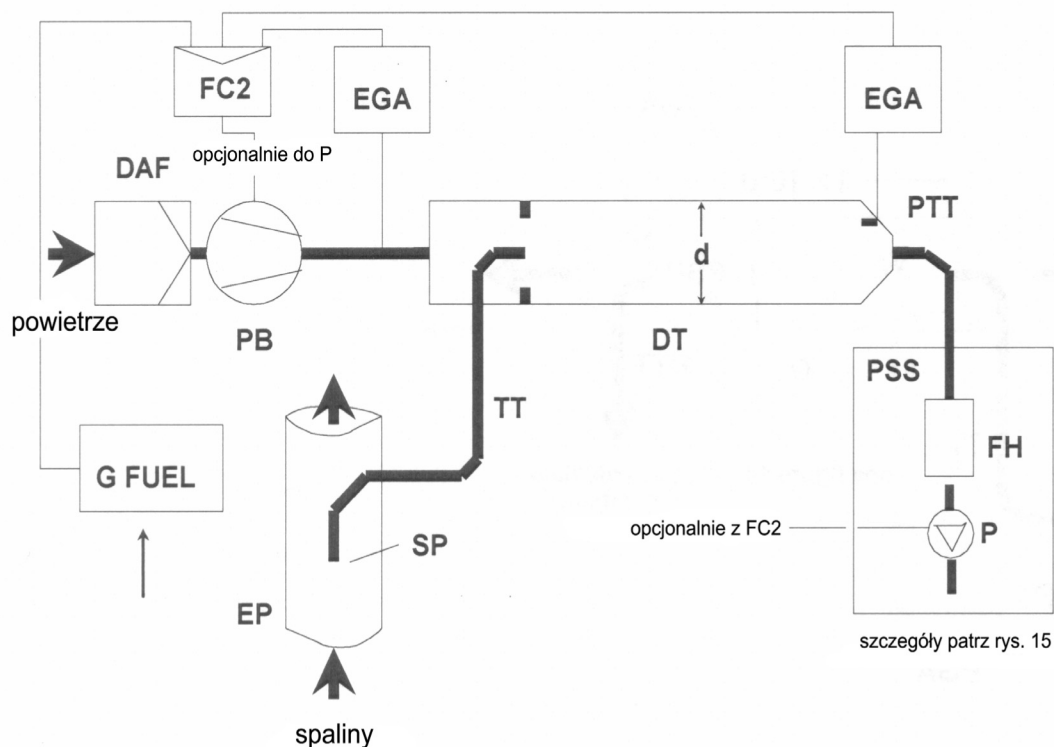
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z pomiarem stężenia CO₂ lub NO_x i pobieraniem próbki z części przepływu



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT poprzez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłający TT. Stężenia gazu znakującego (CO₂ lub NO_x) mierzone są w nierozcieńczonych i rozcieńczonych spalinach, a także w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Sygnały te przekazywane są do regulatora przepływu FC2, który steruje albo dmuchawą tłoczącą PB, albo dmuchawą ssącą SB, tak aby utrzymać żądany rozdział spalin i odpowiedni stopień rozcieńczenia w DT. Stopień rozcieńczenia obliczany jest ze stężeń gazu znakującego w spalinach nierozcieńczonych, w spalinach rozcieńczonych i w powietrzu rozcieńczającym.

Rysunek 7

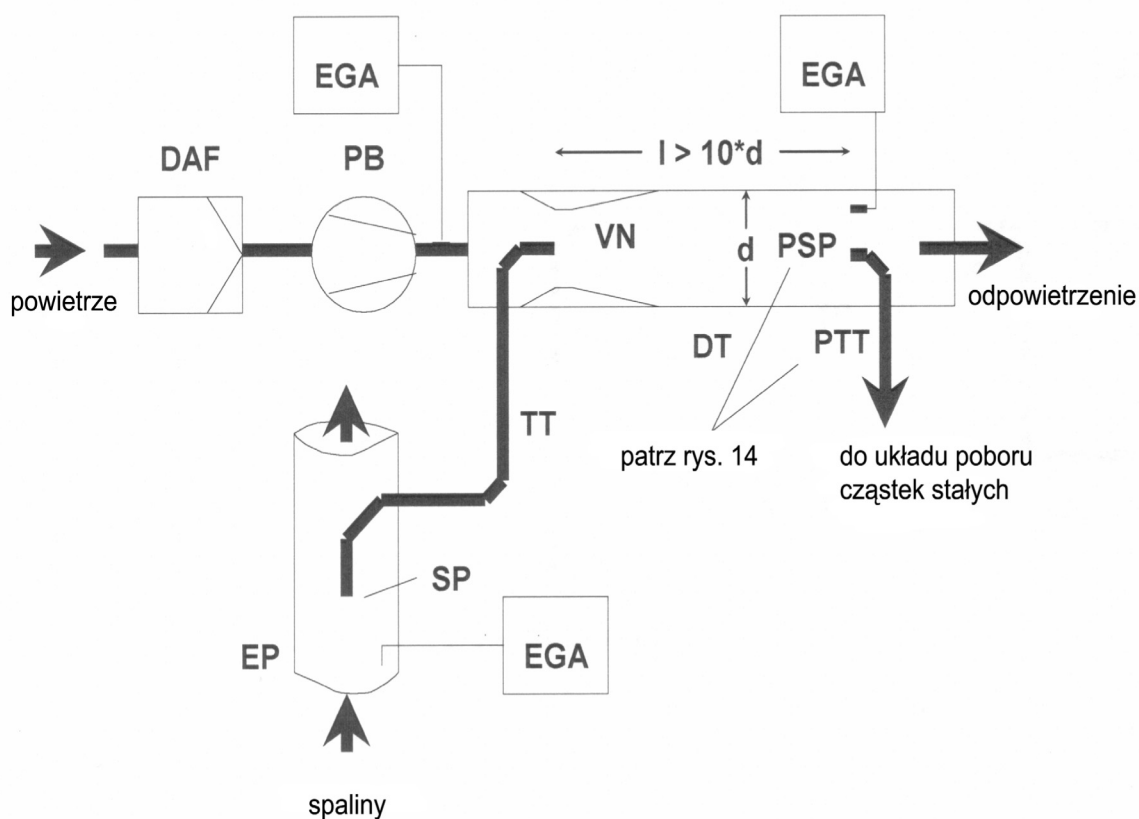
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z pomiarem stężenia CO_2 , bilansem węgla i pobieraniem próbki z całego przepływu



Spaliny nierozcieńczone są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczającego DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłający TT. Stężenia CO_2 w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym są mierzone za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Sygnały CO_2 i przepływu paliwa G_{FUEL} przesyłane są albo do regulatora przepływu FC2, albo do regulatora przepływu FC3 układu pobierania próbek cząstek stałych (patrz rysunek 14). FC2 steruje dmuchawą tłoczącą PB, podczas gdy FC3 steruje układem pobierania próbek cząstek stałych (patrz rysunek 14), tak ustawiając przepływy do i z układu, aby otrzymać żądany rozdział spalin i stosunek rozcieńczania w DT. Stopień rozcieńczania obliczany jest ze stężenia CO_2 i G_{FUEL} przy zastosowaniu zasady bilansu węgla.

Rysunek 8

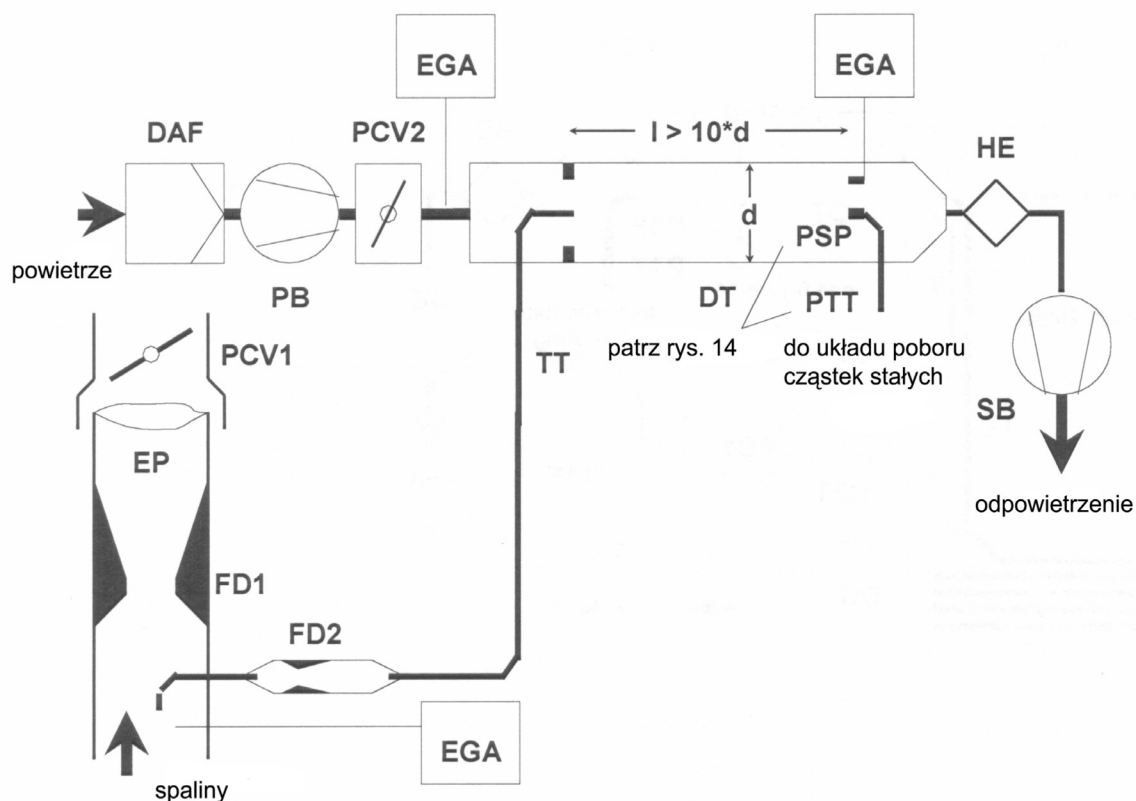
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z pojedynczą zwężką Venturiego, pomiarem stężenia i pobieraniem próbki z części przepływu



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczającego DT poprzez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłający TT w wyniku podciśnienia wytworzonego w DT przez zwężkę Venturiego VN. Natężenie przepływu gazów przez TT zależy od wymiany pędu w strefie zwężki Venturiego i dlatego jest uzależnione od temperatury bezwzględnej gazu na wylocie z TT. W konsekwencji, rozdział spalin dla danego natężenia przepływu przez tunel nie jest stały i stosunek rozcieńczenia przy niskim obciążeniu jest nieco mniejszy niż przy obciążeniu wyższym. Stężenie gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) jest mierzone w nierozcieńczonych spalinach, w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA, a stopień rozcieńczenia obliczany jest z wartości tak zmierzonych.

Rysunek 9

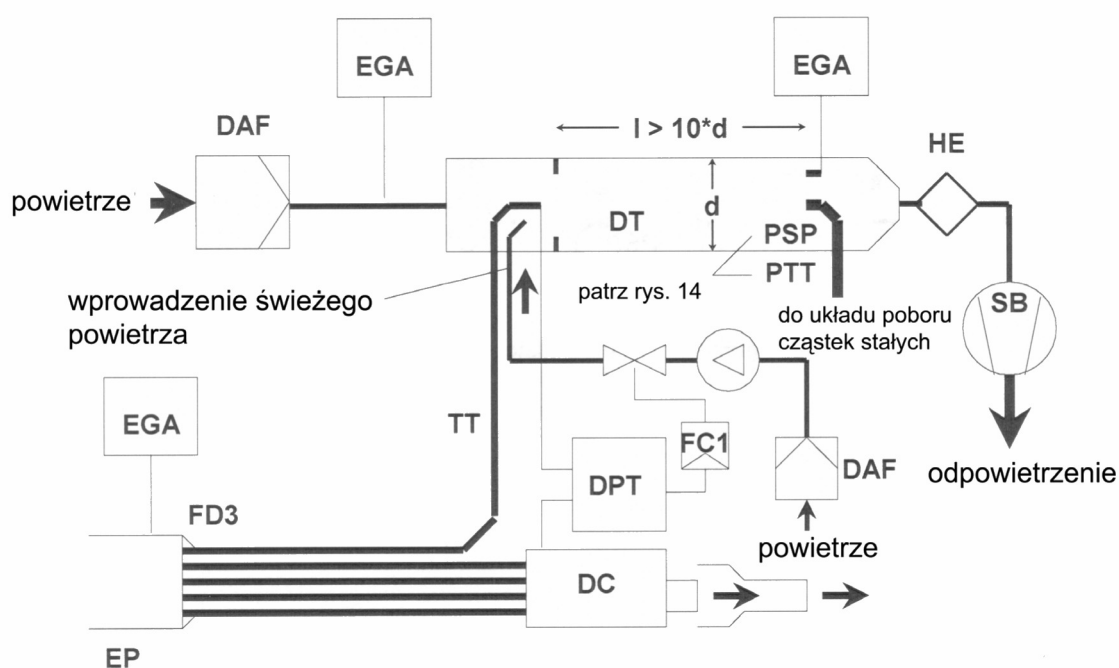
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z dwoma zwężkami Venturiego lub z dwoma kryzami, z pomiarem stężenia i pobieraniem próbki z części przepływu



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT poprzez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłający TT oraz przez rozdzielacz przepływu, który zawiera zestaw kryz lub zwężek Venturiego. Pierwsza z nich (FD1) umieszczona jest w EP, druga zaś (FD2) w TT. W celu utrzymania stałego rozdziału spalin przez regulację nadciśnienia w EP i ciśnienia w DT, dodatkowo konieczne są dwa zawory regulacji ciśnienia (PCV1 i PCV2). PCV1 umieszczony jest zgodnie z kierunkiem strumienia w EP za SP w kierunku przepływu, PCV2 — pomiędzy dmuchawą tłoczącą PB i DT. Stężenie gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) jest mierzone w nierozcieńczonych spalinach, w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Pomiary te są konieczne do sprawdzenia rozdziału spalin i mogą być także wykorzystane do regulacji PCV1 i PCV2 w celu precyzyjnego sterowania rozdziałem. Stopień rozcieńczenia jest obliczany ze stężeń gazów znakujących.

Rysunek 10

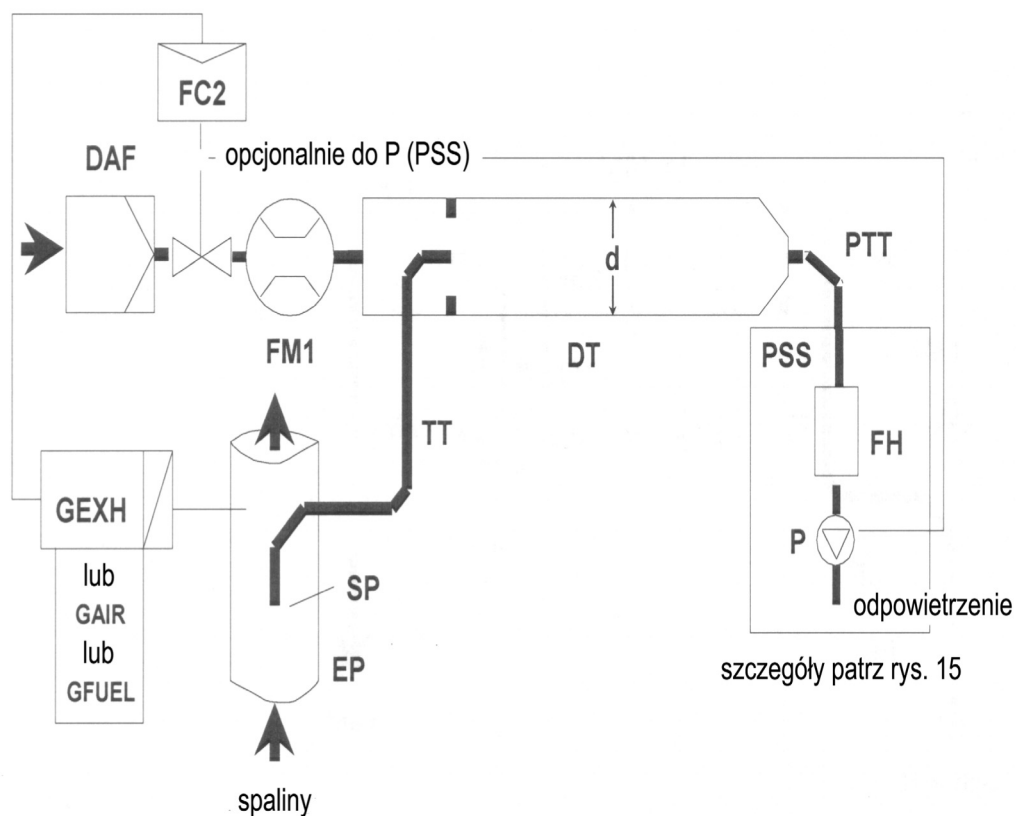
Układ rozcieńczania przepływu częściowego z wiązką rurek rozdzielających z pomiarem stężenia i pobieraniem próbki z części przepływu



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT poprzez przewód przesyłający TT oraz przez rozdzielacz przepływu FD3, który składa się z kilku rurek o tych samych wymiarach (ta sama średnica, długość i promień krzywizny) zainstalowanych w EP. Jedna z tych rurek doprowadza spaliny do DT, pozostałymi przepływają one do komory tłumiącej DC. W ten sposób rozdział spalin określony jest przez całkowitą liczbę rurek. Regulacja stałego rozdziału wymaga utrzymywania zerowej różnicy ciśnienia pomiędzy DC i wylotem TT mierzonej przez różnicowy przetwornik ciśnienia DPT. Zerowa różnica ciśnienia osiągnięta jest przez wtrysk świeżego powietrza do DT przy wylocie z TT. Stężenie gazów znakujących (O_2 lub NO_x) jest mierzone w spalinach nierozcieńczonych, spalinach rozcieńczonych i w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(-ów) spalin EGA. Pomiary te konieczne są do sprawdzenia rozdziału spalin i mogą być wykorzystane do regulacji natężenia przepływu wtryskiwanego powietrza, w celu precyzyjnej regulacji rozdziału. Stopień rozcieńczenia obliczany jest ze stężenia gazów znakujących.

Rysunek 11

Układ rozcieńczania przepływu częściowego z regulacją przepływu i pobieraniem próbki z całego przepływu

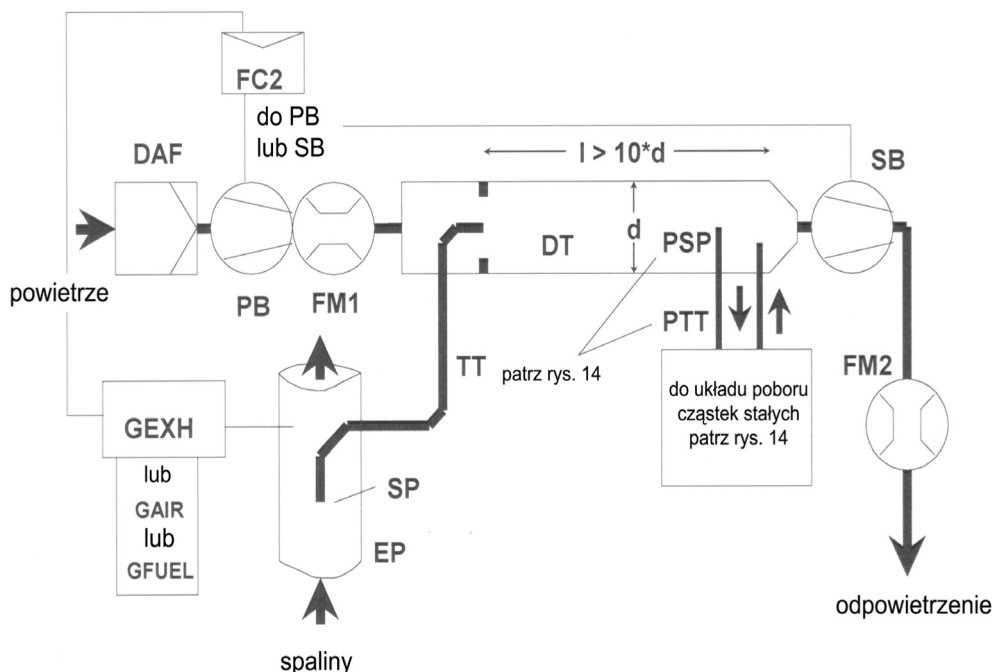


szczegóły patrz rys. 15

Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT poprzez sondę do pobierania próbek i przewód przesyłający TT. Całkowity przepływ przez tunel ustawiany jest przez regulator przepływu FC3 i pompę pobierania próbek P układu pobierania próbek cząstek stałych (patrz rysunek 16). Przepływ powietrza rozcieńczającego jest sterowany przez regulator przepływu FC2, który może użyć: G_{EXH} , G_{AIR} lub G_{FUEL} jako sygnałów sterujących dla uzyskania wymaganego rozdziału spalin. Przepływ próbki do DT jest różnicą pomiędzy wielkością całkowitego przepływu i przepływem powietrza rozcieńczającego. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest mierzone przez urządzenie pomiaru przepływu FM1, a całkowite natężenie przepływu — przez urządzenie pomiaru przepływu FM3 układu pobierania próbek cząstek stałych (patrz rysunek 14). Stopień rozcieńczenia obliczany jest z tych dwóch natężeń przepływu.

Rysunek 12

Układ rozcieńczania przepływu cząstecowego z regulacją przepływu i pobieraniem próbki z części przepływu



Nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wylotowej EP do tunelu rozcieńczania DT poprzez sondę do pobierania próbek i przewód przesyłający TT. Rozdział spalin i przepływ do DT jest sterowany przez regulator przepływu FC2, który reguluje przepływy (lub prędkości) odpowiednio: dmuchawy tłoczącej PB i dmuchawy ssącej SB. Jest to możliwe, ponieważ próbka pobrana przez układ pobierania próbek cząstek stałych powraca do DT. G_{EXH} , G_{AIR} lub G_{FUEL} mogą być wykorzystane przez FC2 jako sygnały sterujące. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego mierzone jest przez urządzenie pomiaru przepływu FM1, a całkowite natężenie przepływu przez urządzenie pomiaru przepływu FM2. Stopień rozcieńczenia obliczany jest z natężeń tych dwóch przepływów.

Opis rysunków od 4 do 12

— EP rura wylotowa

Rura wylotowa powinna być izolowana. W celu redukcji bezwładności cieplnej rury wylotowej zaleca się, aby stosunek grubości ścianki do średnicy nie przekraczał wartości 0,015. Użycie giętkich odcinków należy ograniczyć tak, aby stosunek ich długości do średnicy nie przekraczał wartości 12. Krzywizny powinny być zminimalizowane, aby zmniejszyć inercyjne osadzanie się. Jeżeli w skład układu wchodzi tłumik stanowiskowy, zaizolować należy również ten tłumik.

W przypadku układu izokinetycznego rura wylotowa nie może zawierać kolanek, krzywizn i nagłych zmian średnicy na długości równej co najmniej sześciu średnicom przed (w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu) i trzem średnicom za (w kierunku przepływu) końcówką sondy do pobierania próbek. Prędkość gazu w strefie pobierania próbek musi być większa niż 10 m/s, z wyjątkiem fazy biegu jałowego. Oscylacje ciśnienia spalin nie mogą średnio przekraczać ± 500 Pa. Wszelkie kroki podejmowane w celu obniżenia oscylacji ciśnienia, wykraczające poza zastosowanie układu wylotowego pojazdu (włącznie z tłumikiem i urządzeniem do dodatkowego oczyszczania spalin), nie mogą zmieniać osiągow silnika ani powodować osadzania się cząstek stałych.

W układach bez sond izokinetycznych zaleca się stosowanie prostej rury na długości równej sześciu średnicom przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) i trzem średnicom za (w kierunku przepływu) końcówką sondy.

— SP sonda do pobierania próbek (rysunki 6—12)

Średnica wewnętrzna powinna wynosić co najmniej 4 mm. Stosunek średnicy rury wylotowej i sondy powinien wynosić co najmniej cztery. Sonda powinna być otwartą rurką skierowaną powierzchnią czołową pod prąd, umieszczoną w osi przewodu wylotowego, lub wielootworową sondą, jak opisano pod symbolem SP1 w pkt 9.1.1.1.

— ISP sonda izokinetyczna do pobierania próbek (rysunki 4 i 5) musi być zainstalowana powierzchnią czołową pod prąd w osi rury wylotowej w miejscu, gdzie spełnione są warunki przepływu spalin w sekcji EP, i tak zaprojektowana, aby zapewniać proporcjonalny pobór próbek spalin nierozcieńczonych. Wewnętrzna średnica powinna wynosić co najmniej 12 mm.

Do izokinetycznego rozdziału spalin przez utrzymywanie zerowej różnicy ciśnień pomiędzy EP i ISP niezbędny jest układ regulacji. W takich warunkach prędkość spalin w EP i w ISP jest taka sama, a masowy przepływ przez ISP jest stałą częścią przepływu spalin. ISP musi być podłączona do różnicowego przetwornika ciśnienia. Regulacja w celu utrzymywania zerowej różnicy ciśnienia pomiędzy EP i ISP dokonywana jest za pomocą regulatorów prędkości dmuchawy lub przepływu.

— FD1, FD2 — rozdzielacz przepływu (rysunek 9)

Zestaw kryz lub zwężek Venturiego zainstalowany jest odpowiednio w rurze wylotowej EP i w przewodzie przesyłającym TT, aby dostarczyć proporcjonalną próbkę nierozcieńczonych spalin. Układ sterujący składający się z dwóch zaworów regulacji ciśnienia PCV1 i PCV2 jest niezbędny do proporcjonalnego rozdziału przez regulację ciśnień w EP i DT.

— FD3 — rozdzielacz przepływu (rysunek 10)

W rurze wylotowej EP jest zainstalowany zestaw rurek (pakiet rurek), aby dostarczyć proporcjonalną próbkę nierozcieńczonych spalin. Jedna z rurek doprowadza spaliny do tunelu rozcieńczania DT, podczas gdy pozostałymi rurkami spaliny przepływają do komory tłumiącej DC. Rurki muszą posiadać te same wymiary (tę samą średnicę, długość, promień krzywizny), przy czym rozdział spalin zależy od całkowitej liczby rurek. Dla proporcjonalnego rozdziału potrzebny jest układ regulacyjny, utrzymujący zerową różnicę ciśnień pomiędzy wylotem zestawu rurek do DC i wylotem z TT. W tych warunkach prędkości gazu w EP i FD3 są proporcjonalne i przepływ przez TT jest stałą częścią przepływu spalin. Te dwa punkty muszą być podłączone do różnicowego przetwornika ciśnienia DPT. Sterowanie utrzymywaniem zerowej różnicy ciśnienia jest realizowane przez regulator przepływu FC1.

— EGA — analizator gazów spalinowych (rysunki 6—10)

Mogą być zastosowane analizatory CO₂ lub NO_x (w przypadku metody bilansu węgla — tylko CO₂). Analizatory powinny być wzorcowane tak jak analizatory do pomiaru emisji składników gazowych. W celu określenia różnic stężeń może być użyty jeden lub kilka analizatorów.

Dokładność układów pomiarowych musi być taka, żeby dokładność pomiaru G_{EDFWi} wynosiła $\pm 4\%$.

— TT — przewód przesyłający (rysunki 4—12) powinien:

- 1) być możliwie krótki, ale nie dłuższy niż 5 m;
- 2) posiadać średnicę równą lub większą od średnicy sondy; jednak nie większą niż 25 mm;
- 3) posiadać wylot w osi tunelu rozcieńczania, skierowany w kierunku ruchu strumienia gazów.

Jeżeli długość przewodu wynosi 1 m lub mniej, powinien być on izolowany materiałem o maksymalnej przewodności cieplnej 0,05 W/(m·K), o grubości promieniowej warstwy izolacyjnej odpowiadającej średnicy sondy. W przypadku gdy przewód jest dłuższy niż 1 m, musi być izolowany i podgrzewany do minimalnej temperatury ścianki co najmniej 523 K (250 °C).

Alternatywnie wymagana temperatura ścianki przewodu przesyłającego może być określona z wykorzystaniem standardowych obliczeń przenikania ciepła.

— DPT — różnicowy przetwornik ciśnienia (rysunki 4, 5 i 10) powinien posiadać zakres ± 500 Pa lub mniejszy.

— FC1 — regulator przepływu (rysunki 4, 5 i 10)

W układach izokinetycznych (rysunki 4 i 5) niezbędny jest regulator przepływu utrzymujący zerową różnicę ciśnień pomiędzy EP i ISP. Regulacja może być wykonana przez:

- 1) regulację prędkości obrotowej lub przepływu dmuchawy ssącej (SB) i utrzymywanie stałej prędkości obrotowej dmuchawy tłoczącej (PB) podczas każdej fazy (rysunek 4)

lub

- 2) ustawienie dmuchawy ssącej (SB) na ustalony przepływ masowy rozcieńczonych spalin i regulację przepływu dmuchawy tłoczącej PB, a przez to przepływu próbki spalin w obszarze przy zakończeniu przewodu przesyłającego (TT) (rysunek 5).

W przypadku układu z regulacją ciśnieniem błąd resztkowy w pętli sterującej nie może przekraczać ± 3 Pa. Oscylacje ciśnienia w tunelu rozcieńczającym nie mogą przekraczać średnio ± 250 Pa.

W układzie z wiązką rurek (rysunek 10) do proporcjonalnego rozdziału spalin niezbędny jest regulator przepływu utrzymujący zerową różnicę ciśnień między wylotem z zespołu rurek i wylotem z TT. Regulacji można dokonać poprzez sterowanie natężeniem przepływu powietrza wtryskiwanego do DT przy wylocie z TT.

— PCV1, PCV2 — zawór regulacji ciśnienia (rysunek 9)

W układzie z dwoma zwężkami Venturiego lub dwoma kryzami niezbędne są dwa zawory regulujące ciśnienie w celu proporcjonalnego rozdziału przepływu poprzez sterowanie nadciśnieniem w EP i ciśnieniem w DT. Zawory powinny być umieszczone w EP za (w kierunku przepływu) SP oraz pomiędzy PB i DT.

— DC — komora tłumiąca (rysunek 10)

W celu zminimalizowania oscylacji ciśnienia w rurze wylotowej EP komora tłumiąca powinna być zainstalowana na wylocie z zespołu rurek.

— VN — zwężka Venturiego (rysunek 8) zainstalowana jest w tunelu rozcieńczania DT w celu wytwarzania podciśnienia w obszarze wylotu z przewodu przesyłającego TT. Natężenie przepływu gazu przez TT jest zdeterminowane przez wymianę pędu w strefie zwężki Venturiego i jest zasadniczo proporcjonalne do natężenia przepływu dmuchawy tłoczącej PB, co prowadzi do stałego stosunku rozcieńczania. Ze względu na wpływ temperatury u wylotu z TT i różnicę ciśnień pomiędzy EP i DT na wymianę pędu rozcieńczenia jest nieznacznie niższy przy małym obciążeniu niż przy wysokim obciążeniu.

— FC2 — regulator przepływu (rysunki 6, 7, 11 i 12; nieobowiązkowy) może być użyty w celu regulacji przepływu dmuchawy tłoczącej PB i/lub dmuchawy ssącej SB. Może on być sprzężony z sygnałem przepływu spalin lub sygnałem przepływu paliwa i/ lub sygnałami różnicowymi CO₂ lub NO_x.

W przypadku zastosowania ciśnieniowego zasilania powietrzem (rysunek 11) FC2 reguluje bezpośrednio przepływ powietrza.

— FM1 — urządzenie do pomiaru przepływu (rysunki 6 i 7, 11 i 12): gazomierz lub inne oprzyrządowanie do pomiaru natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego. FM1 jest nieobowiązkowe, jeżeli PB jest wzorcowana do pomiaru przepływu.

— FM2 — urządzenie do pomiaru przepływu (rysunek 12): gazomierz lub inne przepływowe oprzyrządowanie do pomiaru natężenia przepływu rozcieńczonych spalin. FM2 jest nieobowiązkowe, jeżeli SB jest wzorcowana do pomiaru przepływu.

— PB — dmuchawa tłocząca (rysunki 4—9 i 12) może być podłączona do regulatorów przepływu FC1 lub FC2 w celu regulacji natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego. PB nie jest wymagana w przypadku użycia przepustnicy. PB może być stosowana do pomiaru przepływu powietrza rozcieńczającego, jeżeli jest wzorcowana.

— SB — dmuchawa ssąca (rysunki 4—6, 9, 10 i 12) może być użyta do pomiaru przepływu rozcieńczonych spalin, tylko w układach pobierania próbek z części przepływu, jeżeli jest wzorcowana.

— DAF — filtr powietrza rozcieńczającego (rysunki 4—12)

Zaleca się, aby powietrze rozcieńczające było filtrowane oraz przepuszczane przez węgiel aktywowany w celu usunięcia węglowodorów tła. Powietrze rozcieńczające powinno mieć temperaturę 298 K (25 °C) ±5 K.

Na życzenie producenta należy pobrać próbkę powietrza rozcieńczającego zgodnie z dobrą inżynierską praktyką w celu określenia zawartości cząstek stałych w tle, a następnie zawartość tę można odejmować od wartości zmierzonych w rozcieńczonych spalinach.

— PSP — sonda do pobierania próbek cząstek stałych (rysunki 4, 6, 8, 10 i 12)

Sonda jest początkową częścią PTT i:

- 1) powinna być umieszczona powierzchnią czołową pod prąd w punkcie, w którym powietrze rozcieńczające i gazy spalinowe są dobrze wymieszane, tj. w osi tunelu rozcieńczania DT, w odległości około 10 średnic tunelu za (w kierunku przepływu) punktem wlotu spalin do tunelu rozcieńczania;
- 2) powinna posiadać średnicę wewnętrzną minimum 12 mm;
- 3) może być podgrzewana do temperatury ścianek nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez bezpośrednie ogrzewanie lub przez wstępne podgrzewanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania nie przekroczy 325 K (52 °C);
- 4) może być izolowana.

— DT — tunel rozcieńczania (rysunki 4—12):

- 1) powinien być dostatecznie długi, aby zapewnić całkowite wymieszanie spalin i powietrza rozcieńczającego w warunkach przepływu turbulentnego;
- 2) powinien być wykonany ze stali nierdzewnej oraz w przypadku tuneli o średnicy wewnętrznej:
 - większej niż 75 mm stosunek grubości ścianki do średnicy nie powinien przekraczać 0,025,
 - równej 75 mm lub mniejszej, nominalna grubość ścianek nie powinna być mniejsza niż 1,5 mm;
- 3) powinien posiadać średnicę co najmniej 75 mm w przypadku pobierania próbek z części przepływu;
- 4) dla układów z pobieraniem próbek z całego przepływu zaleca się średnicę co najmniej 25 mm;
- 5) może być podgrzewany do temperatury ścianki nieprzekraczającej 325 K (52 °C) przez ogrzewanie bezpośrednie lub przez wstępne podgrzewanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania nie przekroczy 325 K (52 °C);
- 6) może być izolowany.

Spaliny silnika powinny zostać dokładnie wymieszane z powietrzem rozcieńczającym. Dla układów z pobieraniem próbek z części przepływu jakoś wymieszania należy sprawdzić po oddaniu do użytkowania, mierząc rozkład CO₂ w tunelu rozcieńczającym przy pracującym silniku (co najmniej cztery równo rozmieszczone punkty pomiarowe). W razie konieczności można zastosować kryzę mieszającą.

Uwaga: Jeżeli temperatura otoczenia w bezpośredniej bliskości tunelu rozcieńczania DT jest niższa od 293 K (20 °C), należy przedsięwziąć środki zapobiegawcze w celu uniknięcia strat cząstek stałych osadzających się na zimnych ściankach tunelu rozcieńczania. Dlatego zaleca się ogrzewanie i/lub izolację tunelu dla uzyskania temperatury w podanych wyżej granicach.

Przy wysokich obciążeniach silnika tunel może być chłodzony z wykorzystaniem nieagresywnych środków, takich jak wirujący wentylator, dopóty, dopóki temperatura czynnika chłodzącego nie będzie niższa niż 293 K (20°C).

— HE — wymiennik ciepła (rysunki 9 i 10) powinien posiadać dostateczną wydajność, aby utrzymać temperaturę na wlocie do dmuchawy ssącej SB w zakresie ± 11 K od średniej temperatury roboczej występującej podczas testu.

9.2.1.2. Układ rozcieńczania przepływu całkowitego (rysunek 13)

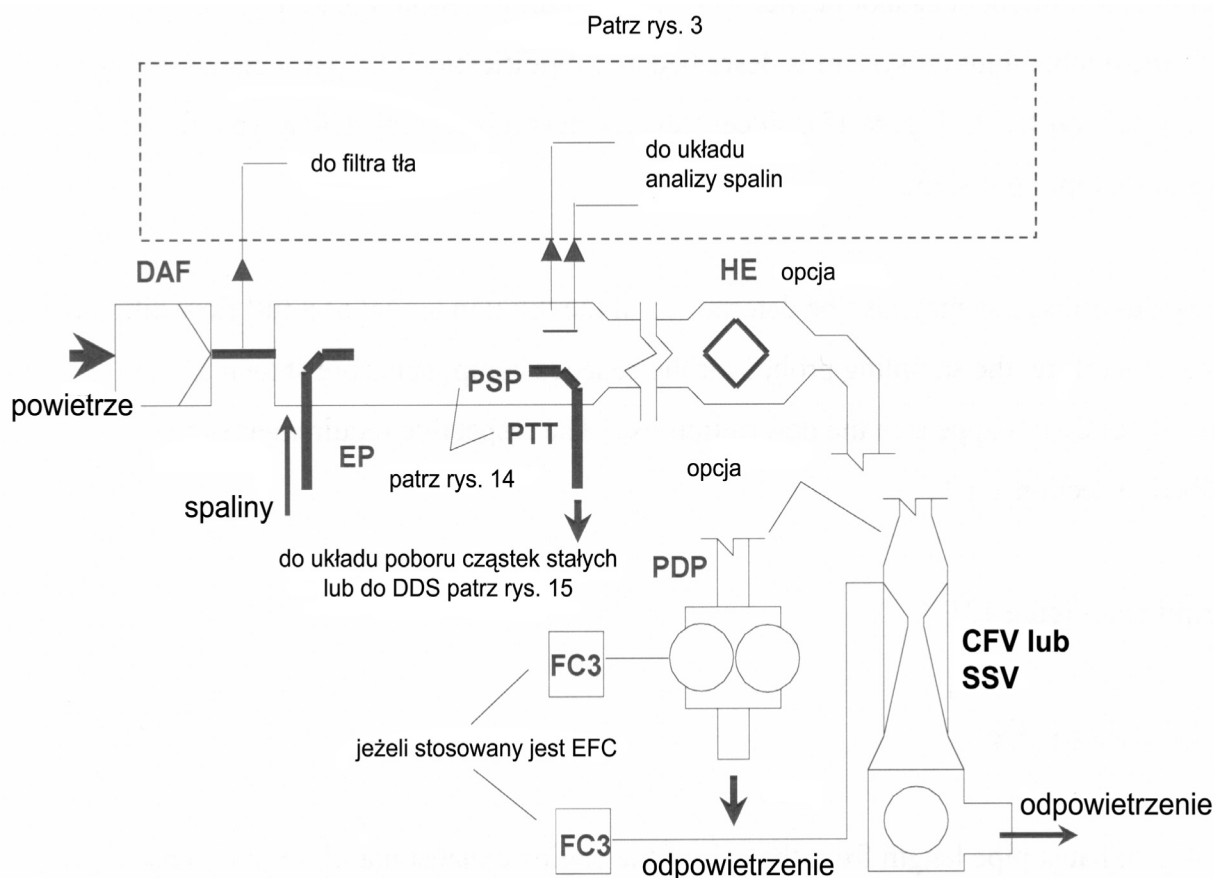
Opisany układ rozcieńczania oparty jest na rozcieńczaniu całkowitej ilości spalin, przy zachowaniu stałej objętości przepływu (CVS). Należy zmierzyć całkowitą objętość mieszaniny spalin i powietrza rozcieńczającego. Można użyć układu PDP lub CFV lub SSV.

Następnie w celu wychwycenia cząstek stałych próbka spalin jest przepuszczana do układu pobierającego próbki cząstek stałych (rysunki 14 i 15). Jeżeli jest to wykonane bezpośrednio, jest to określane jako pojedyncze rozcieńczanie. Jeżeli jednak próbka jest rozcieńczana jeszcze raz w tunelu powtórnego rozcieńczania, to jest to określane jako podwójne rozcieńczanie. Jest to przydatne, jeżeli wymagana temperatura na powierzchni filtra nie może być osiągnięta przy pojedynczym rozcieńczaniu. Układ podwójnego rozcieńczania określa rysunek 15, jako modyfikacja układu pobierania próbek cząstek stałych, mimo że stanowi on częściowo odrębny układ rozcieńczania, ponieważ ma on większość wspólnych części z typowym układem pobierania próbki cząstek stałych.

Emisje składników gazowych mogą być również oznaczane w tunelu rozcieńczającym układu do rozcieńczania przepływu całkowitego. Dlatego sondy pobierające próbki składników gazowych są przedstawione na rysunku 13, lecz nie pojawiają się na liście opisu. Odpowiednie wymagania przedstawione są w pkt 9.1.1.1.

Rysunek 13

Układ rozcieńczania przepływu całkowitego



Opis rysunku 13

— EP — rura wylotowa. Długość rury wylotowej od wylotu kolektora wylotowego silnika, wylotu z turbosprężarki lub układu do dodatkowego oczyszczania spalin do tunelu rozcieńczającego nie powinna być większa niż 10 m. Jeżeli długość układu przekracza 4 m, wówczas wszystkie przewody rurowe o długości powyżej 4 m powinny być izolowane, z wyjątkiem włączonego szeregowo dymomierza, o ile jest zastosowany. Promieniowa grubość izolacji musi wynosić co najmniej 25 mm. Wartość przewodności cieplnej materiału izolacyjnego, mierzona w temperaturze 673 K (400 °C), nie powinna być większa niż 0,1 W/(m·K). W celu zmniejszenia bezwładności cieplnej przewodu wylotowego zaleca się, aby stosunek grubości do średnicy wynosił 0,015 lub mniej. Zastosowanie odcinków elastycznych powinno być ograniczone tak, aby stosunek ich długości do średnicy wynosił 12 lub mniej. Całkowita ilość spalin nierozcieńczonych jest mieszana z powietrzem rozcieńczającym w tunelu rozcieńczania DT. Natężenie przepływu spalin rozcieńczonych mierzone jest albo za pomocą pompy waporowej PDP, albo za pomocą zwężki Venturiego CFV o przepływie krytycznym albo za pomocą zwężki Venturiego o przepływie poddźwiękowym. Dla proporcjonalnego pobierania próbek cząstek stałych i dla określenia przepływu może być użyty wymiennik ciepła HE lub elektroniczna kompensacja przepływu EFC. Ponieważ wyznaczanie masy cząstek stałych jest oparte na całkowitym przepływie spalin rozcieńczonych, nie jest wymagane obliczanie stopnia rozcieńczania.

— PDP — pompa waporowa mierzy całkowity przepływ rozcieńczonych spalin na podstawie liczby obrotów pompy i jej objętości waporowej. Nadciśnienie w układzie wylotowym nie powinno być sztucznie obniżane przez PDP lub układ dolotowy powietrza rozcieńczającego. Statyczne nadciśnienie wylotu mierzone przy działającym układzie CVS powinno zawierać się w granicach $\pm 1,5$ kPa statycznego ciśnienia mierzonego bez podłączenia do CVS przy jednakowych: prędkości obrotowej i obciążeniu silnika. Temperatura mieszaniny gazów bezpośrednio przed PDP powinna zawierać się w granicach ± 6 K od średniej temperatury roboczej stwierdzonej podczas testu, gdy nie zastosowano kompensacji przepływu. Kompensację przepływu można stosować tylko w przypadku, gdy temperatura na wlocie do PDP nie przekracza 50 °C (323 K).

— CFV — zwężka Venturiego o przepływie krytycznym mierzy całkowity przepływ rozcieńczonych spalin przez utrzymywanie przepływu w warunkach zdławionych (przepływ krytyczny). Statyczne nadciśnienie wylotu mierzone przy działającym układzie CFV powinno zawierać się w granicach $\pm 1,5$ kPa od statycznego ciśnienia mierzonego bez połączenia z CFV przy jednakowych: prędkości obrotowej i obciążeniu silnika. Temperatura mieszaniny gazów bezpośrednio przed CFV powinna zawierać się w granicach ± 11 K od średniej temperatury roboczej stwierdzonej podczas testu, gdy nie była używana kompensacja przepływu.

— SSV — zwężka Venturiego o przepływie poddźwiękowym mierzy całkowity przepływ spalin rozcieńczonych jako funkcję ciśnienia wlotowego, temperatury na wlocie i spadku ciśnienia między wlotem a gardzielą SSV. Statyczne nadciśnienie spalin mierzone przy działającej SSV powinno zawierać się w granicach $\pm 1,5$ kPa od statycznego ciśnienia mierzonego bez połączenia z SSV przy jednakowych: prędkości obrotowej i obciążeniu silnika. Temperatura mieszaniny gazów bezpośrednio przed SSV powinna zawierać się w granicach ± 11 K od średniej temperatury roboczej stwierdzonej podczas testu, gdy nie jest stosowana kompensacja przepływu.

— HE — wymiennik ciepła (nieobowiązuje, jeżeli stosowany jest EFC). Wydajność wymiennika ciepła powinna być wystarczająca do utrzymania temperatury w żądanych granicach, podanych powyżej.

— EFC — elektroniczna kompensacja przepływu (nieobowiązuje, jeśli zastosowano HE). Jeżeli temperatura na wlocie do PDP lub CFV lub SSV nie jest utrzymywana w granicach podanych powyżej, wymagane jest zastosowanie układu kompensacji przepływu do ciągłego pomiaru natężenia przepływu i utrzymywania proporcjonalnego pobierania próbek w układzie cząstek stałych.

W tym celu używa się sygnałów ciągłego pomiaru natężenia przepływu, aby korygować odpowiednio natężenie przepływu próbki przez filtry cząstek stałych w układzie pobierania próbek cząstek stałych (patrz rysunki 14 i 15).

— DT — tunel rozcieńczania:

- 1) powinien mieć średnicę wystarczająco małą do wywołania przepływu turbulentnego (liczba Reynoldsa większa niż 4 000) i wystarczającą długość, aby spowodować całkowite wymieszanie spalin i powietrza rozcieńczającego. Dopuszcza się użycie kryzy mieszającej;
- 2) powinien mieć średnicę nie mniejszą niż 75 mm;
- 3) może być izolowany.

Spaliny z silnika powinny być skierowane współprądowo w punkcie wlotu do tunelu rozcieńczania i dokładnie wymieszane.

Gdy zastosowano pojedyncze rozcieńczanie, próbka z tunelu rozcieńczania jest doprowadzana do układu pobierającego próbki cząstek stałych (rysunek 14). Przepustowość PDP lub CFV lub SSV powinna być wystarczająca, aby utrzymać rozcieńczone spaliny w temperaturze 325 K (52 °C) lub niższej bezpośrednio przed pierwszym filtrem cząstek stałych. Gdy zastosowano podwójne rozcieńczanie, próbka z tunelu rozcieńczania jest doprowadzana do wtórnego tunelu rozcieńczania, gdzie jest jeszcze raz rozcieńczana, a następnie przepływa przez filtry zbierające próbki (rysunek 15).

Przepustowość PDP lub CFV lub SSV musi być wystarczająca, aby utrzymać strumień rozcieńczonych gazów spalinowych w DT w temperaturze 464 K (191 °C) lub niższej w strefie poboru próbki. Wtórny układ roz-

cieńszający powinien zapewnić wystarczającą ilość powietrza do wtórnego rozcieńczania, tak aby podwójnie rozcieńczony strumień gazów wylotowych utrzymać w temperaturze 325 K (52 °C) lub niższej, bezpośrednio przed pierwotnym filtrem cząstek stałych.

— DAF — filtr powietrza rozcieńczającego. Zaleca się, aby powietrze rozcieńczające było przefiltrowane i przepuszczone przez węgiel aktywowany celem wyeliminowania węglowodorów tła. Powietrze rozcieńczające powinno mieć temperaturę 298 K (25 °C) \pm 5 K. Na życzenie producenta próbka powietrza rozcieńczającego może być pobrana zgodnie z dobrą praktyką inżynierską, aby wyznaczyć zawartości cząstek stałych tła, które można następnie odjąć od zawartości zmierzonych w rozcieńczonych spalinach.

— PSP — sonda do pobierania próbek cząstek stałych jest podstawową częścią PTT i:

- 1) powinna być zamontowana powierzchnią czołową pod prąd w punkcie, gdzie rozcieńczające powietrze i spaliny są dobrze wymieszane, to jest w osi tunelu rozcieńczającego DT, w odległości około 10 średnic tunelu za (w kierunku przepływu) punktem, gdzie spaliny wprowadzane są do tunelu rozcieńczającego;
- 2) powinna mieć średnicę wewnętrzną minimum 12 mm;
- 3) może być podgrzewana do temperatury ścianki nie większej niż do 325 K (52 °C) przez podgrzewanie bezpośrednie lub przez wstępne podgrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed miejscem wprowadzenia spalin do tunelu do rozcieńczania nie przekroczy 325 K (52 °C);
- 4) może być izolowana.

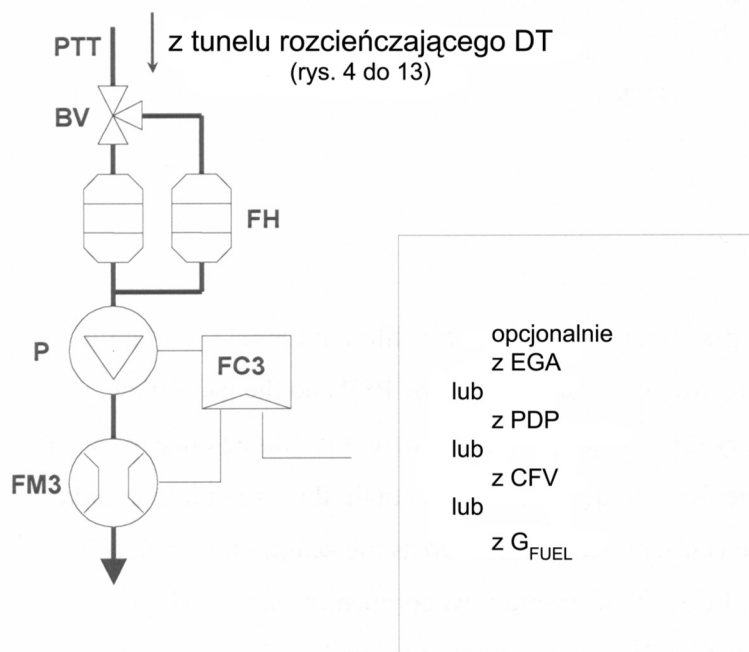
9.2.2. Układ do pobierania próbek cząstek stałych stosuje się do zbierania cząstek stałych na filtrach tych cząstek. W przypadku pobierania próbek całkowitych rozcieńczonego przepływu częściowego, który polega na przepuszczeniu przez filtry całej próbki rozcieńczonych spalin, układ rozcieńczania (rysunek 7 i 11) i pobierania próbek zazwyczaj stanowią zespół nierozdzielny. W przypadku pobierania próbek z części rozcieńczonego przepływu częściowego lub rozcieńczonego przepływu całkowitego, który polega na przepuszczeniu przez filtry tylko części rozcieńczonych spalin, układ rozcieńczający (rysunek 4, 6, 8, 10, 12, 13) i układ pobierania próbek zazwyczaj stanowią oddzielne zespoły.

W niniejszej części załącznika uznano układ podwójnego rozcieńczania DDS (rysunek 15) w układzie rozcieńczania przepływu całkowitego za szczególną modyfikację typowego układu pobierania próbek cząstek stałych określonego na rysunku 14. Układ podwójnego rozcieńczania zawiera wszystkie ważne elementy układu pobierania próbek cząstek stałych, takie jak obudowy filtrów i pompy do pobierania próbek i dodatkowo również kilka elementów do rozcieńczania, w szczególności zasilanie powietrzem rozcieńczającym drugi tunel rozcieńczający.

Aby uniknąć jakiegokolwiek oddziaływania na pętlę sterowania zaleca się, aby pompa do pobierania próbek pracowała podczas realizacji całej procedury testu. W metodzie jednofiltrowej stosuje się obejście dla przepuszczenia próbki przez filtry pomiarowe przez wymagane okresy. Należy zminimalizować wpływ procedury przełączania na pętlę sterowania.

Rysunek 14

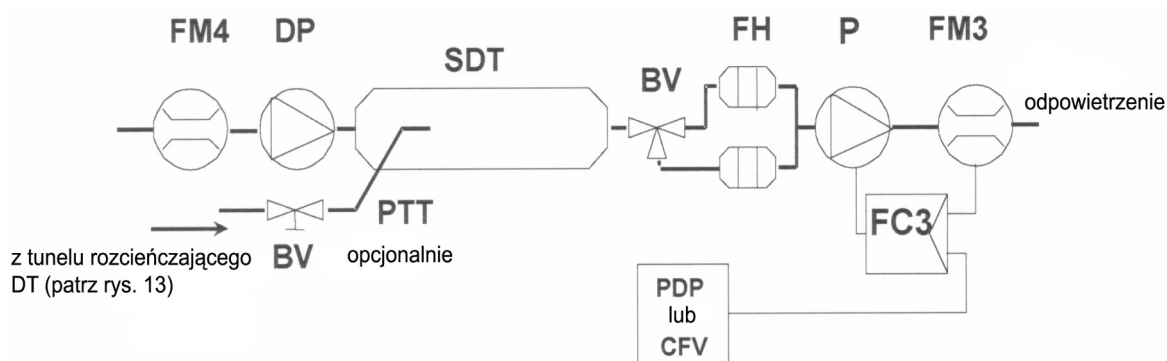
Układ pobierania próbek cząstek stałych



Próbka rozcieńczonych spalin jest pobierana, za pomocą pompy pobierania próbek P, z tunelu rozcieńczania DT przepływu częściowego lub przepływu całkowitego przez sondę pobierającą próbki cząstek stałych PSP i przewód PTT przesyłający cząstki stałe. Próbka jest przepuszczana przez obudowę(y) filtru FH, która zawiera filtry pomiarowe cząstek stałych. Natężenie przepływu próbki jest regulowane przez sterownik przepływu FC3. Jeżeli używany jest elektroniczny układ kompensujący EFC (patrz rysunek 13), to przepływ rozcieńczonych spalin jest wykorzystywany jako sygnał sterujący dla FC3.

Rysunek 15

Układ rozcieńczania (tylko układ całkowitego przepływu)



Próbka rozcieńczonych spalin z tunelu DT układu rozcieńczania przepływu całkowitego przesyłana jest, przez sondę pobierającą próbki cząstek stałych PSP i przewód PTT przesyłający cząstki stałe, do drugiego tunelu rozcieńczającego SDT, gdzie jest ponownie rozcieńczana. Następnie próbka przepływa przez obudowę(y) filtrów FH zawierającą(e) filtry zbierające cząstki stałe. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest zazwyczaj stałe, podczas gdy natężenie przepływu próbki jest regulowane przez regulator przepływu FC3. Jeżeli zastosowano elektroniczną kompensację przepływu EFC (patrz rysunek 13), jako sygnał sterujący dla FC3 wykorzystywany jest przepływ całkowity rozcieńczonych spalin.

Opis rysunku 14 i 15

— PSP — sonda do pobierania próbek cząstek stałych (rysunki 14 i 15) jest początkowym elementem przewodu przesyłającego cząstki stałe PTT.

Sonda:

- 1) powinna być zamontowana powierzchnią czołową pod prąd w punkcie, gdzie powietrze rozcieńczające i spaliny są dobrze wymieszane, to jest w osi tunelu rozcieńczania DT (patrz pkt 9.2.1.1), w odległości około 10 średnic tunelu za (w kierunku przepływu) punktem, gdzie spaliny są doprowadzane do tunelu rozcieńczającego;
- 2) powinna mieć średnicę wewnętrzną minimum 12 mm;
- 3) może być podgrzewana do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) poprzez podgrzewanie bezpośrednie lub poprzez wstępne podgrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza, przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania, nie przekracza 325 K (52 °C);
- 4) może być izolowana.

— PTT przewód przesyłający cząstki stałe, jeżeli to jest tylko możliwe, powinien być zminimalizowany. Długość przewodu przesyłającego cząstki stałe nie może przekraczać 1 020 mm.

Wymiary obowiązują dla:

- 1) układu rozcieńczania przepływu częściowego z pobieraniem próbek z części przepływu i dla układu rozcieńczania przepływu całkowitego — od czoła sondy do obudowy filtru;
- 2) układu rozcieńczania przepływu częściowego z pobieraniem próbek pełnego przepływu — od końca tunelu rozcieńczającego do obudowy filtru;
- 3) układu podwójnego rozcieńczania przepływu całkowitego — od czoła sondy do drugiego tunelu rozcieńczania.

Przewód przesyłający może być:

- 1) podgrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez podgrzewanie bezpośrednie lub przez wstępne podgrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed miejscem wprowadzenia spalin do tunelu rozcieńczającego nie przekracza 325 K (52 °C);
- 2) izolowany.

— SDT— tunel wtórnego rozcieńczania (rysunek 15)

Tunel wtórnego rozcieńczania powinien posiadać średnicę wewnętrzną minimum 75 mm i długość wystarczającą dla zapewnienia czasu przebywania próbki podwójnie rozcieńczonej przez co najmniej 0,25 sekundy.

Obudowa filtra pierwotnego FH powinna być usytuowana w odległości nie większej niż 300 mm od wlotu z SDT.

Tunel wtórnego rozcieńczania może być:

- 1) podgrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez podgrzewanie bezpośrednie lub poprzez wstępne podgrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania nie przekroczy 325 K (52 °C);
- 2) izolowany.

— FH — obudowa(y) filtra (rysunek 14 i 15). Dla filtrów pierwotnego i wtórnego może być stosowana wspólna obudowa lub oddzielne obudowy. Powinny być spełnione wymagania załącznika nr 2 do rozporządzenia pkt 5.5.1.3.

Obudowa filtra może być:

- 1) podgrzewana do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez podgrzewanie bezpośrednie lub poprzez wstępne podgrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania nie przekroczy 325 K (52 °C);
- 2) izolowana.

— P — pompa pobierania próbek cząstek stałych (rysunek 14 i 15) powinna być umieszczona w dostatecznej odległości od tunelu, tak aby utrzymać stałą temperaturę na dolocie (± 3 K), jeżeli korekcja przepływu przez FC3 nie jest stosowana.

— DP — pompa powietrza rozcieńczającego (rysunek 15) (tylko dla podwójnego rozcieńczania przepływu całkowitego) powinna być tak umieszczona, żeby temperatura wlotowa powietrza do rozcieńczania wtórnego wynosiła 298 K (25 °C) ± 5 K.

— FC3 — regulator przepływu (rysunek 14 i 15)

Regulator przepływu należy stosować do skompensowania wpływu wahań temperatury i nadciśnienia na drodze przesyłania próbki na natężenie przepływu próbki cząstek stałych, jeżeli inne środki są niedostępne. Wymagane jest zastosowanie regulatora przepływu w przypadku użycia elektronicznej kompensacji EFC (patrz rysunek 13).

— FM3 — urządzenie do pomiaru przepływu próbki cząstek stałych (rysunek 14 i 15)

— Gazomierz lub oprzyrządowanie do pomiaru przepływu powinny być usytuowane w odpowiedniej odległości od pompy do pobierania próbek, tak aby utrzymywała się stała temperatura wlotowa gazu (± 3 K), jeżeli korekcia przepływu przez FC3 nie jest stosowana.

— FM4 — urządzenie do pomiaru przepływu (rysunek 15) (powietrze rozcieńczające, tylko podwójnego rozcieńczania przepływu całkowitego). Gazomierz lub oprzyrządowanie do pomiaru przepływu powinny być tak usytuowane, aby temperatura wlotowa gazu wynosiła 298 K (25 °C) ± 5 K.

— BV — zawór kulowy (nieobowiązkowy) powinien mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż wewnętrzną średnicę przewodu pobierającego próbki, a czas jego przelączenia powinien być krótszy niż 0,5 sekundy.

Uwaga: Jeżeli temperatura otoczenia w pobliżu PSP, PTT, SDT i FH jest poniżej 293 K (20 °C), powinny być podjęte środki ostrożności, aby uniknąć strat cząstek stałych na chłodnych ściankach tych części. Dlatego zaleca się podgrzewanie i/lub izolowanie tych części w granicach podanych w odpowiednich opisach. Zaleca się także, aby temperatura czoła filtra podczas pobierania próbki nie była niższa od 293 K (20 °C).

Przy dużych obciążeniach silnika podane powyżej części mogą być chłodzone przy użyciu nieagresywnych środków, takich jak obieg wymuszony wentylatorem, dopóki temperatura czynnika chłodzącego nie spadnie poniżej 293 K (20 °C).

10. Wyniki badań dla silników o zapłonie samoczynnym.

10.1. Informacja dotycząca wykonywania testu NRSC ⁽¹⁾:

10.1.1. Paliwo wzorcowe użyte w badaniach

10.1.1.1. Liczba cetanowa:

10.1.1.2. Zawartość siarki:

10.1.1.3. Gęstość:

10.2. Środek smarny

10.2.1. Marka⁽¹⁾

10.2.2. Typ(y):

(podać procentową zawartość oleju w mieszance, jeżeli mieszane są środki smarne i paliwo)

10.3. Wyposażenie napędzane przez silnik (jeśli dotyczy)

10.3.1. Wykaz i dane identyfikacyjne:

10.3.2. Moc pochłaniana przy wskazanej prędkości obrotowej silnika (zgodnie z danymi producenta):

Wyposażenie	Moc P_{AE} (kW) pochłaniana przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika ⁽¹⁾ (wg załącznika nr 3 do rozporządzenia pkt 12)	
	pośredniej (gdy ma zastosowanie)	znamionowej
Całkowita:		

⁽¹⁾ Nie może być większa niż 10 % mocy zmierzonej podczas testu.

10.4. Osiągi silnika

10.4.1. Prędkość obrotowa silnika:

1) Biegu jałowego obr/min.

2) Pośrednia: obr/min.

3) Znamionowa: obr/min.

10.4.2. Moc silnika⁽²⁾

Warunki	Moc ustawiona (kW) przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika	
	prędkość obrotowa pośrednia (jeśli ma zastosowanie)	prędkość obrotowa znamionowa
Maksymalna moc zmierzona podczas testu (P_M) (kW) (a)		
Całkowita moc pochłaniana przez napęd wyposażenia silnika, zgodnie z pkt 10.3.2 lub pkt 3.1 załącznika nr 2 do rozporządzenia (P_{AE}) (kW) (b)		
Moc netto silnika, wg § 3 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia (kW) (c)		
$c = a + b$		

10.5. Poziomy emisji

10.5.1. Ustawienia hamulca (kW)

Procent obciążenia	Ustawienia hamulca (kW) przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika	
	prędkość obrotowa pośrednia (jeśli ma zastosowanie)	prędkość obrotowa znamionowa
10 (jeśli ma zastosowanie)		
50 (jeśli ma zastosowanie)		
75		
100		

10.5.2. Wyniki badań emisji w teście NRSC:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWhNMHC+NO_x: g/kWh

Cząstki stałe: g/kWh

10.5.3. Układ pobierania próbek zastosowany w teście NRSC:

10.5.3.1. Emisje gazowe⁽³⁾:10.5.3.2. Cząstki stałe⁽³⁾:10.5.3.2.1. Metoda⁽⁴⁾: jednofiltrowa/wielofiltrowa10.6. Informacja dotycząca wykonywania testu NRTC⁽¹⁾:

10.6.1. Wyniki badań emisji w teście NRTC:

CO: g/kWh

NMHC: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

Cząstki stałe: g/kWh

NMHC+NO_x: g/kWh

10.6.2. Układ pobierania próbek zastosowany w teście NRTC:

Emisje gazowe⁽³⁾:Cząstki stałe⁽³⁾:Metoda⁽⁴⁾: jednofiltrowa/wielofiltrowa

⁽¹⁾ W przypadku kilku silników macierzystych — należy podać dla każdego z nich.

⁽²⁾ Moc niekorygowana mierzona zgodnie z warunkami § 3 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia.

⁽³⁾ Należy podać numery rysunków określone w pkt 9.

⁽⁴⁾ Niepotrzebne skreślić.

PROCEDURA TESTU DLA SILNIKÓW O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM

1. W niniejszym załączniku opisana jest metoda pomiarów emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych badanych silników.

1.1. Dwa cykle badań są opisane i powinny być stosowane zgodnie z przepisami § 1 i 2 rozporządzenia:

- 1) cykl NRSC (cykl stacjonarny dla maszyn niedrogowych), który stosuje się w etapach I, II i IIIA i dla silników o stałej prędkości obrotowej, a także w etapach IIIB i IV w przypadku zanieczyszczeń gazowych,
- 2) cykl NRTC (cykl niestacjonarny dla maszyn drogowych), który stosuje się w celu pomiaru emisji cząstek stałych w etapach IIIB i IV dla wszystkich silników, z wyjątkiem silników o stałej prędkości obrotowej. Na wniosek wytwórcy ten test może być także stosowany w etapie IIIA oraz w przypadku zanieczyszczeń gazowych w etapach IIIB i IV.

Do silników przeznaczonych do stosowania w jednostkach pływających po wodach śródlądowych stosuje się procedurę badań ISO 8178-4:2002 [E] i IMO MARPOL 73/78.

Do silników przeznaczonych do napędu spalinowych wagonów silnikowych stosuje się cykl NRSC do pomiaru emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych w etapach IIIA i IIIB.

Do silników przeznaczonych do napędu lokomotyw stosuje się cykl NRSC do pomiaru emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych w etapach IIIA i IIIB.

1.2. Test powinien być wykonywany na silniku umocowanym na stanowisku badawczym połączonym z hamulcem.

1.3. Zasada pomiaru

Podlegająca pomiarom emisja z układu wydechowego silnika obejmuje zanieczyszczenia gazowe (tlenek węgla, węglowodory całkowite i tlenki azotu) i cząstki stałe. Dodatkowo, dwutlenek węgla jest często stosowany jako gaz znakujący w celu określenia stopnia rozcieńczenia w układach rozcieńczenia całkowitego i częściowego przepływu. Dobra praktyka inżynierska zaleca pomiar dwutlenku węgla jako doskonałe narzędzie do wykrywania problemów pomiarowych podczas testu.

1.3.1. Test NRSC

Podczas ustalonej sekwencji warunków pracy na nagrzanym silniku wielkość emisji wymienionych wyżej zanieczyszczeń z układu wydechowego bada się w sposób ciągły przez pobranie próbki nierozcieńczonych spalin. Cykl testu składa się z pewnej liczby faz prędkości i momentu obrotowego (obciążenia), które pokrywają typowy zakres pola pracy silników o zapłonie samoczynnym. Podczas każdej fazy określa się stężenie każdego zanieczyszczenia gazowego, natężenie przepływu spalin i moc oraz średnie ważone zmierzonych wartości. Próbkę do pomiaru cząstek stałych rozcieńcza się kondycjonowanym powietrzem otoczenia. Dla całego testu pobiera się jedną próbkę, która zbierana jest na odpowiednich filtrach.

Alternatywnie, próbkę można zbierać na oddzielnych filtrach, po jednym dla każdej fazy, i obliczać wartości średnie ważone dla cyklu.

Liczbę gramów każdego wydalanego zanieczyszczenia w przeliczeniu na kilowatogodzinę oblicza się w sposób opisany w pkt 10.

1.3.2. Test NRTC

Ustalony cykl testu niestacjonarnego, bazowany ściśle na warunkach pracy silników o zapłonie samoczynnym w niedrogowych maszynach ruchomych, odtwarza się dwa razy:

- 1) pierwszy raz (rozruch zimny) po kondycjonowaniu silnika w temperaturze laboratorium, gdy temperatury czynnika chłodzącego i oleju w silniku, urządzeń do dodatkowego oczyszczania spalin i wszystkich urządzeń pomocniczych do ograniczenia emisji z silnika ustabilizowały się w przedziale między 20 °C a 30 °C,
- 2) drugi raz (rozruch gorący) po 20 minutach kondycjonowania w stanie nagrzanym, które zaczyna się bezpośrednio po zakończeniu cyklu przy rozruchu zimnym.

Podczas tej sekwencji testu bada się wymienione zanieczyszczenia. Wykorzystując sygnały sprzężenia zwrotnego momentu obrotowego i prędkości obrotowej hamulca dynamometrycznego, całkuje się moc względem czasu cyklu i w ten sposób określa pracę wytworzoną przez silnik w całym cyklu. Stężenia składników gazowych określa się dla całego cyklu bądź w spalinach nierozcieńczonych przez całkowanie sygnału analizatora spalin zgodnie z pkt 10, bądź w spalinach rozcieńczonych w układzie CVS rozcieńczenia prze-

ptywu całkowitego przez całkowanie lub pobór próbki do worków zgodnie z pkt 10. W przypadku cząstek stałych pobiera się na odpowiednim filtrze proporcjonalną próbkę ze spalin rozcieńczonych metodą rozcieńczenia całkowitego lub częściowego przepływu. W zależności od stosowanej metody określa się natężenie przepływu spalin rozcieńczonych lub nierozcieńczonych w całym cyklu w celu obliczenia wartości emisji masowej zanieczyszczeń. Wartości emisji masowej odnosi się do pracy silnika w celu określenia liczby gramów każdego wydalanego zanieczyszczenia w przeliczeniu na kilowatogodzinę.

Emisję (g/kWh) mierzy się zarówno podczas cyklu zimnego jak i gorącego rozruchu. Całkowitą emisję ważoną określa się przez zastosowanie wagi równej 10 % dla wyników cyklu zimnego rozruchu i 90 % dla wyników cyklu gorącego rozruchu. Wyniki emisji całkowitej powinny spełniać ustalone wymagania.

Przed wprowadzeniem sekwencji testu zimnego/gorącego rozruchu symbole (załącznik nr 3 pkt 13.1), sekwencja testu (niniejszy załącznik) i wzory obliczeniowe (niniejszy załącznik pkt 10) powinny być zmodyfikowane zgodnie z procedurą, o której mowa w art. 5 i 7 decyzji 1999/468/WE (OJ L 184, 17.7.1999, p.23), biorąc pod uwagę warunki jej art. 8.

2. Warunki testu

2.1. Wszystkie objętości i objętościowe natężenia przepływu powinny być sprowadzone do 273 K (0 °C) i 101,3 kPa.

2.2. Warunki testu silnika.

2.2.1. Należy zmierzyć temperaturę bezwzględną powietrza dolotowego do silnika T_a w K i ciśnienie atmosferyczne powietrza suchego p_s w kPa i określić współczynnik f_a zgodnie z wzorami:

1) silniki niedoładowane i doładowane mechanicznie:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \left(\frac{T}{298}\right)^{0,7}$$

2) silniki doładowane turbosprężarką z chłodzeniem lub bez chłodzenia powietrza dolotowego:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \left(\frac{T}{298}\right)^{1,5}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

T — temperaturę bezwzględną powietrza w K,

f_a — współczynnik atmosferyczny laboratorium,

p_s — ciśnienie powietrza suchego w kPa.

2.2.2. Dla uznania ważności testu parametr f_a powinien spełniać warunek:

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

2.2.3. Silniki z chłodzeniem powietrza doładowującego

Rejestruje się temperaturę powietrza doładowującego. Przy deklarowanej znamionowej prędkości obrotowej i pełnym obciążeniu powinna się ona znajdować w przedziale ± 5 K od maksymalnej temperatury powietrza doładowującego podanej przez wytwórcę. Temperatura czynnika chłodzącego powinna wynosić co najmniej 293 K (20 °C).

Jeśli stosuje się układ stanowiska badawczego lub dmuchawę zewnętrzną, to temperatura powietrza doładowującego powinna być nastawiona w przedziale ± 5 K od maksymalnej temperatury powietrza podanej przez wytwórcę dla prędkości obrotowej deklarowanej mocy maksymalnej i pełnego obciążenia. Temperatura czynnika chłodzącego i jego natężenie przepływu w chłodnicy powietrza doładowującego w tym punkcie nie powinny być zmieniane podczas całego cyklu. Objętość chłodnicy powietrza doładowującego powinna być dobrana zgodnie z dobrą praktyką inżynierską dla typowego zastosowania maszyny lub pojazdu.

Regulacja chłodnicy powietrza doładowującego może być również przeprowadzona zgodnie z normą SAE J 1937 opublikowaną w styczniu 1995 r.

2.3. Układ dolotowy silnika

Badany silnik powinien być wyposażony w układ dolotowy powietrza charakteryzujący się oporami przepływu w granicach ± 300 Pa od wartości podanej przez producenta dla czystego filtra powietrza, w warun-

kach pracy silnika podanych przez producenta zapewniających największe natężenie przepływu powietrza. Opory przepływu ustawia się przy znamionowej prędkości obrotowej i pełnym obciążeniu.

Można użyć układu stanowiskowego, pod warunkiem że odwzorowuje on aktualne warunki działania silnika.

2.4. Układ wylotowy silnika

2.4.1. Badany silnik powinien być wyposażony w układ wylotowy stwarzający nadciśnienie w granicach ± 650 Pa od wartości podanej przez producenta dla warunków pracy silnika zapewniających uzyskanie zadeklarowanej mocy maksymalnej.

2.4.2. Jeśli silnik jest wyposażony w urządzenie do dodatkowego oczyszczania spalin, rura wylotowa na odcinku o długości co najmniej 4 średnic przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) wlotem do początkowej części komory rozprężnej zawierającej to urządzenie powinna mieć taką samą średnicę, jaka występuje w eksploatacji. Odległość od flanszy kolektora wylotowego lub wylotu turbosprężarki do urządzenia do dodatkowego oczyszczania spalin powinna być taka sama jak występująca w maszynie lub odpowiadać podanej przez wytwórcę. Nadciśnienie w układzie wylotowym lub opory przepływu powinny spełniać kryteria podane wyżej. Mogą być one regulowane za pomocą zaworu. Urządzenie do dodatkowego oczyszczania spalin może być usunięte podczas testu wstępnego (z użyciem makiet) i podczas wykonywania charakterystyki odwzorowującej i zastąpione przez makietę równoważną, nieaktywną pod względem katalitycznym.

2.5. Układ chłodzenia

Układ chłodzenia silnika powinien posiadać dostateczną wydajność, aby utrzymać normalne wartości temperatury jego pracy, określone przez producenta.

2.6. Olej smarny

Właściwości oleju smarnego, stosowanego podczas badania, powinny być zarejestrowane i zamieszczone w protokole badań.

2.7. Paliwo do testu

Stosuje się paliwo wzorcowe o właściwościach określonych w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 8.

2.7.1. Liczbę cetanową oraz zawartość siarki paliwa wzorcowego użytego w teście zamieszcza się w pkt 10.1.1.1 i 10.1.1.2 załącznika nr 1.3 do rozporządzenia.

2.7.2. Temperatura paliwa na wlocie do pompy wtryskowej powinna wynosić 306—316 K (33—43 °C).

3. Przebieg testu (test NRSC)

3.1. Określenie nastaw hamulca

3.1.1. Podstawą do pomiaru emisji jednostkowej jest moc niekorygowana określona na hamulcu zgodnie z normą ISO 14396:2002.

3.1.2. Elementy wyposażenia, które są potrzebne jedynie do działania maszyny i które mogą być umieszczone na silniku, należy usunąć przy badaniu, w szczególności takie elementy, jak:

- a) sprężarka powietrza do układu hamulcowego,
- b) sprężarka układu wspomagającego układ kierowniczy,
- c) sprężarka układu klimatyzacji,
- d) pompy do serwowatorów hydraulicznych.

3.1.3. W przypadku gdy elementy wyposażenia nie zostały usunięte, moc pobierana przez nie przy danej prędkości obrotowej powinna zostać określona w celu obliczenia nastaw hamulca, przy czym nie dotyczy to przypadków, gdy tego rodzaju elementy stanowią integralną część silnika (np. dmuchawa chłodząca w silnikach chłodzonych powietrzem).

3.1.4. Wartości podciśnienia w układzie dolotowym i nadciśnienia w przewodzie wylotowym spalin należy ustawić na górne graniczne wartości podane przez wytwórcę zgodnie z pkt 2.3 i 2.4.

3.1.5. Maksymalne wartości momentu obrotowego przy prędkościach obrotowych ustalonych dla testu należy określić eksperymentalnie w celu obliczenia wartości momentu dla określonych faz testu. Dla silników, które nie są przeznaczone do pracy w pewnym zakresie prędkości obrotowej przy pełnym obciążeniu, maksymalny moment przy prędkościach obrotowych testu powinien podać producent.

3.1.6. Ustawienie obciążenia silnika dla każdej fazy testu należy obliczyć według wzoru:

$$S = ((P_M + P_{AE}) \times \frac{1}{100}) - P_{AE}$$

Jeżeli stosunek:

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

to wartość P_{AE} może zostać zweryfikowana przez służbę techniczną udzielającą homologacji typu.

3.2. Przygotowanie filtrów pomiarowych.

Każdy filtr (para filtrów) powinien być umieszczony co najmniej godzinę przed badaniem w zamkniętym, lecz nieuszczelnionym naczyniu Petriego i umieszczony w komorze wagowej w celu stabilizacji.

Po zakończeniu okresu stabilizacji waży się każdy filtr (parę filtrów) i rejestruje tarę. Następnie filtr (parę filtrów) przechowuje się w zamkniętym naczyniu Petriego lub w obudowie filtra aż do użycia go w teście. Jeżeli filtr (para filtrów) nie został użyty w ciągu 8 godzin od jego wyjęcia z komory wagowej, najpierw ponownie się go waży.

3.3. Instalowanie wyposażenia pomiarowego

Przyrządy i sondy do pobierania próbek powinny być zainstalowane zgodnie z wymaganiami.

W przypadku zastosowania układu rozcieńczania spalin przepływu całkowitego, do układu powinien być podłączony przewód wylotowy.

3.4. Uruchomienie silnika i układu rozcieńczania spalin

Układ rozcieńczania i silnik uruchamia się i podgrzewa aż do stabilizacji wszystkich temperatur i ciśnień przy pełnym obciążeniu i znamionowej prędkości obrotowej (pkt 3.7.2).

3.5. Regulacja stopnia rozcieńczenia

3.5.1. Układ pobierania próbek powinien zostać uruchomiony, a następnie pracować w trybie bocznikowym przy metodzie jednofiltrowej (nieobowiązkowo przy metodzie wielofiltrowej). Poziom tła cząstek stałych w powietrzu rozcieńczającym można określić, przepuszczając powietrze rozcieńczające przez filtry cząstek stałych. Jeżeli stosowane jest filtrowanie powietrza rozcieńczającego, wtedy wystarczy jeden pomiar w dowolnym czasie przed, podczas lub po teście. Jeżeli powietrze rozcieńczające nie jest filtrowane, wymagany jest pomiar jednej próbki pobranej podczas całego testu.

3.5.2. Ilość powietrza rozcieńczającego należy wyregulować tak, aby uzyskać temperaturę powierzchni filtra zawartą w granicach między 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C) dla każdego trybu.

Całkowity stopień rozcieńczenia nie powinien być mniejszy niż cztery.

Uwaga: W przypadku testu stacjonarnego może być utrzymywana temperatura filtra równa lub nieprzekraczająca 325 K (52 °C), zamiast temperatury zawartej w podanym przedziale 42 °C—52 °C.

3.5.3. W metodach jednofiltrowej i wielofiltrowej, w układach całkowitego przepływu masowe natężenie przepływu próbki przez filtr powinno być utrzymywane w stałym stosunku do masowego natężenia przepływu rozcieńczonych spalin we wszystkich fazach. Ten stosunek masy powinien być, w układach bez możliwości pracy bocznikowej, stały w granicach ± 5 % od wartości średniej dla fazy, z wyjątkiem pierwszych 10 sekund każdej fazy. W przypadku układów rozcieńczania przepływu częściowego z pojedynczym filtrem bez możliwości pracy bocznikowej masowe natężenie przepływu przez filtr powinno być utrzymywane na stałym poziomie w granicach ± 5 % od wartości średniej dla fazy, z wyjątkiem pierwszych 10 sekund każdej fazy.

3.5.4. Dla układów z regulowanym stężeniem CO_2 lub NO_x należy na początku lub na końcu każdego testu zmierzyć stężenie CO_2 lub NO_x w powietrzu rozcieńczającym. Różnice między stężeniem CO_2 lub NO_x w powietrzu rozcieńczającym (tle) przed i po teście nie powinny przekraczać odpowiednio 100 ppm i 5 ppm. Gdy stosowany jest układ analizy spalin rozcieńczonych, odpowiednie stężenia tła należy określić, zbierając powietrze rozcieńczające do odpowiedniego worka na próbki w ciągu całego cyklu testu. Ciągły pomiar stężenia tła (bez użycia worka pomiarowego) wykonuje się co najmniej trzykrotnie: na początku, na końcu i w pobliżu połowy cyklu, po czym należy określić wartość średnią. Pomiar tła można pominąć, o ile o ich pominięciu wystąpi producent.

3.6. Sprawdzenie analizatorów

Analizatory do pomiaru emisji należy ustawić na wartość zerową i punkt końcowy zakresu pomiarowego.

3.7. Cykl testu

3.7.1. Wykaz niedrogowych urządzeń ruchomych, w których zamontowany jest silnik o zapłonie samoczynnym, określa § 3 ust. 1 rozporządzenia.

3.7.1.1. Charakterystyka A

Dla niedrogowych urządzeń ruchomych, o których mowa w § 3 ust. 1 pkt 1 lit. a i d rozporządzenia, należy przeprowadzić następujący 8-fazowy cykl pracy⁽¹⁾ badanego silnika połączanego z hamulcem dynamometrycznym:

Numer fazy	Prędkość obrotowa silnika	Obciążenie (%)	Współczynnik wagowy
1	znamionowa	100	0,15
2	znamionowa	75	0,15
3	znamionowa	50	0,15
4	znamionowa	10	0,1
5	pośrednia	100	0,1
6	pośrednia	75	0,1
7	pośrednia	50	0,1
8	biegu jałowego	—	0,15

⁽¹⁾ Identyczny z cyklem C1 podanym w paragrafie 8.3.1.1 normy ISO 8178-4: 2002(E).

3.7.1.2. Charakterystyka B

Dla niedrogowych urządzeń ruchomych, o których mowa w § 3 ust. 1 pkt 1 lit. b rozporządzenia, należy przeprowadzić następujący 5-fazowy cykl pracy⁽¹⁾ badanego silnika połączanego z hamulcem dynamometrycznym:

Numer fazy	Prędkość obrotowa silnika	Obciążenie %	Współczynnik wagowy
1	znamionowa	100	0,05
2	znamionowa	75	0,25
3	znamionowa	50	0,30
4	znamionowa	25	0,30
5	znamionowa	10	0,10

⁽¹⁾ Identyczny z cyklem D2 podanym w paragrafie 8.4.1 normy ISO 8178-4: 2002(E).

Wartości obciążenia są wyrażone jako procentowe wartości momentu obrotowego odpowiadające podstawowej mocy znamionowej zdefiniowanej jako maksymalna moc możliwa do uzyskania podczas sekwencji zmiennych mocy, które mogą być wykonywane w czasie nielimitowanej liczby godzin pracy silnika w ciągu roku, między ustalonymi okresami obsługowymi i w podanych warunkach otoczenia, przy obsłudze wykonywanej według instrukcji producenta.

3.7.1.3. Charakterystyka C

W przypadku silników napędowych ⁽¹⁾ przeznaczonych do stosowania w statkach żeglugi śródlądowej stosuje się procedurę badań ISO zgodną z normą ISO 8178-4:2002(E) i IMO MARPOL 73/78 (załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9).

Silniki napędowe pracujące według charakterystyki śruby o stałym skoku bada się na hamulcu dynamometrycznym, stosując podany niżej 4-fazowy cykl stacjonarny ⁽²⁾ opracowany w celu odwzorowania pracy w eksploatacji silników o zapłonie samoczynnym żeglugi morskiej:

Numer fazy	Prędkość obrotowa silnika	Obciążenie %	Współczynnik wagowy
1	100 % (znamionowa)	100	0,20
2	91 %	75	0,50
3	80 %	50	0,15
4	63 %	25	0,15

Próby silników napędowych o stałej prędkości obrotowej statków żeglugi śródlądowej mających śruby napędowe o zmiennym skoku lub sprzęgane elektrycznie przeprowadza się na hamulcu dynamometrycznym, stosując następujący 4-fazowy cykl stacjonarny ⁽³⁾ charakteryzujący się takim samym obciążen-

zeniem i takimi samymi współczynnikami wagowymi co cykl podany wyżej, lecz różniący się tym, że w każdej fazie praca odbywa się przy znamionowej prędkości obrotowej:

Numer fazy	Prędkość obrotowa silnika	Obciążenie %	Współczynnik wagowy
1	Znamionowa	100	0,20
2	Znamionowa	75	0,50
3	Znamionowa	50	0,15
4	Znamionowa	25	0,15

- (1) Silniki pomocnicze o stałej prędkości obrotowej homologuje się według cyklu pracy ISO D2, tzn. 5-fazowego cyklu stacjonarnego podanego w pkt 3.7.1.2, zaś silniki pomocnicze o zmiennej prędkości obrotowej homologuje się według cyklu pracy ISO C1, tzn. 8-fazowego cyklu stacjonarnego podanego w pkt 3.7.1.1.
- (2) Identyczny z cyklem E3 opisanym w paragrafie 8.5.1, 8.5.2 i 8.5.3 normy ISO 8178-4: 2002(E). Cztery fazy znajdują się na średniej charakterystyce śruby napędowej określonej na podstawie pomiarów w eksploatacji.
- (3) Identyczny z cyklem E2 opisanym w paragrafie 8.5.1, 8.5.2 i 8.5.3 normy ISO 8178-4: 2002(E).

3.7.1.4. Charakterystyka D

W przypadku silników, o których mowa w § 3 ust. 1 pkt 1 lit. e rozporządzenia, próbę silnika na hamulcu dynamometrycznym należy przeprowadzić według następującego cyklu 3-fazowego ⁽¹⁾:

Numer fazy	Prędkość obrotowa silnika	Obciążenie %	Współczynnik wagowy
1	Znamionowa	100	0,25
2	Pośrednia	50	0,15
3	Bieg jałowy	-	0,60

(1) Identyczny z cyklem F podanym w normie ISO 8178-4: 2002(E).

3.7.2. Stabilizacja parametrów silnika

W celu stabilizacji parametrów pracy silnika, zgodnie z zaleceniami producenta, przeprowadza się nagrzewanie silnika i układu pomiarowego przy maksymalnej prędkości obrotowej i maksymalnym momencie obrotowym.

Uwaga: Okres stabilizacji parametrów pracy silnika powinien także zapobiegać wpływowi na wyniki badań osadów zgromadzonych podczas poprzedniego testu w układzie wylotowym. Przewidziany jest również okres stabilizacji między punktami testu wprowadzony w celu zminimalizowania oddziaływania podczas przechodzenia od punktu do punktu.

3.7.3 Przebieg testu

Test powinien przebiegać zgodnie z numeracją faz według podanego powyżej cyklu testu.

Podczas każdej fazy danego cyklu testu, po początkowym okresie przejściowym, wymagana prędkość obrotowa powinna być utrzymywana w granicach ± 1 % prędkości znamionowej lub $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, przy czym miarodajna jest większa wartość, z wyjątkiem prędkości biegu jałowego, która powinna być utrzymywana w granicach określonych przez producenta. Podany moment obrotowy powinien być utrzymywany tak, aby średnia wartość z okresu, w którym przeprowadzono pomiary, zawierała się w granicach ± 2 % od wartości momentu maksymalnego przy prędkości obrotowej testu. Dla każdego punktu pomiarowego konieczny jest czas wynoszący minimum 10 minut. Jeżeli dla zbadania silnika są wymagane dłuższe czasy pobierania próbek ze względu na potrzebę zebrania dostatecznej masy cząstek stałych na filtry pomiarowym, okres fazy testu może być wydłużony na tyle, na ile jest to konieczne.

Długość fazy testu powinna być rejestrowana i odnotowywana w sprawozdaniu z badań. Wartości stężenia zanieczyszczeń gazowych w spalinach powinny być mierzone i rejestrowane podczas trzech ostatnich minut fazy.

Pobieranie próbek cząstek stałych oraz pomiar emisji zanieczyszczeń gazowych nie powinny rozpocząć się przed uzyskaniem stabilnych parametrów silnika, zgodnie z danymi producenta, zakończenie pomiaru zaś powinno być zbieżne w czasie.

Temperaturę paliwa mierzy się na wlocie do pompy wtryskowej lub w punkcie określonym przez producenta, a miejsce pomiaru rejestruje się.

3.7.4. Odpowiedź analizatora

Sygnał wyjściowy analizatorów rejestruje się na taśmie rejestratora lub mierzy za pomocą równorzędnego systemu zbierania danych, podczas przepływu spalin przez analizatory przez co najmniej ostatnie 3 minuty każdej fazy. Jeżeli do pomiarów rozcieńczonego CO₂ i CO stosowany jest worek do pobierania próbek (patrz pkt 5.4.4), próbka powinna być pobierana do worka przez ostatnie 3 minuty każdej fazy, następnie poddana analizie, a wynik zarejestrowany.

3.7.5. Pobieranie próbki cząstek stałych

Pobieranie próbki cząstek stałych może odbywać się za pomocą metody jednofiltrowej albo metody wielofiltrowej (pkt 5.5). W przypadku gdy uzyskane wyniki mogą, w zależności od zastosowanej metody pobierania cząstek stałych, nieznacznie się różnić, wraz z tymi wynikami podaje się zastosowaną metodę. Przy zastosowaniu metody jednofiltrowej współczynniki wagowe każdej fazy określone w procedurze cyklu testu powinny zostać odpowiednio uwzględnione przez dobór natężenia przepływu próbki i/lub czasu jej pobierania.

Pobieranie próbki w każdej fazie powinno nastąpić tak późno, jak to możliwe. Czas pobierania próbki w fazie trwa co najmniej 20 sekund przy zastosowaniu metody jednofiltrowej i co najmniej 60 sekund przy zastosowaniu metody wielofiltrowej. W układach bez obiegu boczniowego czas pobierania próbki w fazie powinien wynosić co najmniej 60 sekund przy zastosowaniu metody jedno- i wielofiltrowej.

3.7.6. Warunki pracy silnika

W każdej fazie, po uzyskaniu stabilizacji silnika, mierzy się prędkość obrotową i obciążenie silnika, temperaturę powietrza dolotowego, natężenie przepływu paliwa i natężenie przepływu powietrza lub spalin. Jeżeli nie jest możliwe wykonanie pomiaru natężenia przepływu spalin lub pomiaru zużycia powietrza, parametry te oblicza się, stosując zasadę bilansu węgla i tlenu (patrz pkt 5.2.3) Wszystkie dane potrzebne do wykonania obliczeń powinny być zarejestrowane (pkt 10.1 i 10.2).

3.8. Powtórne sprawdzenie analizatorów

Po wykonanej próbie emisji do powtórnego sprawdzenia stosuje się ten sam gaz zerowy i gaz wzorcowy do sprawdzenia punktu końcowego zakresu pomiarowego (gaz wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego). Próbę uznaje się za ważną, jeżeli różnica między obydwojema wynikami pomiarów jest mniejsza od 2 %.

4. Przebieg testu (test NRTC)

4.1. Wprowadzenie

Cykl niestacjonarny dla niedrogowych maszyn ruchomych (NRTC) jest podany w pkt 12.3 w formie sekwencji znormalizowanych wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego przedstawionych w odstępach jednosekundowych, stosowanej dla wszystkich silników o zapłonie samoczynnym objętych niniejszym rozporządzeniem. W celu wykonania testu na silnikowym stanowisku badawczym należy zamienić wartości znormalizowane na wartości rzeczywiste dla silnika podlegającego badaniom na podstawie jego charakterystyki odwzorowania. Ta zamiana jest określana jako „denormalizacja” i opracowany w jej wyniku cykl testu jest określany jako cykl odniesienia dla badanego silnika. Cykl o tak określonych wartościach odniesienia prędkości obrotowej i momentu obrotowego jest odtwarzany na stanowisku badawczym, przy czym sygnał sprzężenia zwrotnego prędkości obrotowej i momentu obrotowego powinien być zarejestrowany. W celu walidacji przebiegu testu przeprowadza się po jego zakończeniu analizę regresji między wartościami odniesienia i sygnału sprzężenia zwrotnego prędkości obrotowej i momentu obrotowego.

4.1.1. Stosowanie urządzeń unieruchamiających lub nieracjonalnej kontroli lub nieracjonalnej strategii kontroli emisji jest zabronione.

4.2. Procedura odwzorowania charakterystyki silnika

W przypadku odtwarzania testu NRTC na stanowisku badawczym odwzorowuje się przed wykonaniem cyklu charakterystykę momentu obrotowego silnika w funkcji jego prędkości obrotowej.

4.2.1. Określenie zakresu prędkości obrotowych przy odwzorowaniu charakterystyki

Maksymalna i minimalna prędkość obrotowa przy odwzorowaniu jest zdefiniowana niżej:

Minimalna prędkość obrotowa odwzorowania = prędkość obrotowa biegu jałowego,

Maksymalna prędkość obrotowa odwzorowania = mniejsza z podanych wartości: $n_{hi} \times 1,02$ lub prędkość, przy której moment obrotowy przy pełnym obciążeniu spada do zera (n_{hi} oznacza „dużą prędkość obrotową” zdefiniowaną jako największą prędkość, przy której silnik wytwarza 70 % mocy znamionowej).

4.2.2. Charakterystyka odwzorowania silnika

Należy nagrzać silnik przy mocy maksymalnej w celu ustabilizowania jego parametrów zgodnie z zaleceniem wytwórcy i dobrą praktyką inżynierską. Po stabilizacji należy przeprowadzić odwzorowanie zgodnie z procedurą podaną niżej.

4.2.2.1. Odwzorowanie w warunkach niestacjonarnych

- 1) Silnik powinien pracować na biegu jałowym bez obciążenia.
- 2) Silnik powinien pracować przy nastawie pompy wtryskowej odpowiadającej pełnemu obciążeniu przy minimalnej prędkości obrotowej odwzorowania.
- 3) Zwiększa się prędkość obrotową silnika ze średnim przyspieszeniem $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ od minimalnej do maksymalnej wartości odwzorowania. Prędkość obrotowa i moment obrotowy powinny być rejestrowane z prędkością próbkowania co najmniej jeden punkt na sekundę.

4.2.2.2. Odwzorowanie skokowe

- 1) Silnik powinien pracować na biegu jałowym bez obciążenia.
- 2) Silnik powinien pracować przy nastawie pompy wtryskowej odpowiadającej pełnemu obciążeniu przy minimalnej prędkości obrotowej odwzorowania.
- 3) Minimalna prędkość odwzorowania powinna być utrzymywana przy pełnym obciążeniu przez co najmniej 15 s, a średni moment obrotowy zarejestrowany w ciągu ostatnich 5 s. Charakterystyka maksymalnego momentu obrotowego powinna być określona w zakresie od minimalnej do maksymalnej prędkości obrotowej odwzorowania przy skokach prędkości nie większych niż $100 \pm 20 \text{ min}^{-1}$. Każdy punkt pomiarowy powinien być utrzymywany przez co najmniej 15 s, przy czym średni moment powinien być rejestrowany w ciągu ostatnich 5 s.

4.2.3. Tworzenie charakterystyki odwzorowania

Wszystkie wartości zarejestrowane zgodnie z pkt 4.2.2 należy połączyć między sobą, stosując zasadę interpolacji liniowej. Wynikowa krzywa momentu obrotowego jest charakterystyką odwzorowania i powinna być stosowana do zamiany znormalizowanych wartości momentu obrotowego podanych w tabeli cyklu pracy silnika na stanowisku dynamometrycznym w załączniku nr 3 do rozporządzenia na wartości rzeczywiste momentu dla cyklu testu w sposób opisany w pkt 4.3.3.

4.2.4. Odmienne sposoby odwzorowania

Jeśli producent uważa, że podany wyżej sposób odwzorowania jest niebezpieczny lub niereprezentatywny dla danego silnika, odmienne sposoby odwzorowania mogą być stosowane. Te odmienne sposoby muszą spełniać cel opisanej procedury odwzorowania, którym jest określenie maksymalnego dostępnego momentu obrotowego przy wszystkich prędkościach obrotowych występujących w cyklu testu. Odchylenia od sposobów odwzorowania podanych w tym rozdziale niezbędne ze względów na bezpieczeństwo lub reprezentatywność powinny być zatwierdzone przez strony uczestniczące, włącznie z uzasadnieniem ich stosowania. W żadnym przypadku charakterystyka momentu obrotowego nie może być jednak określana przy malejącej prędkości obrotowej dla silników wyposażonych w regulator prędkości obrotowej lub turbodoładowanych.

4.2.5. Testy powtórne

Odwzorowanie charakterystyki silnika nie musi być przeprowadzane przed każdym cyklem testu. Odwzorowanie to musi być przeprowadzone przed cyklem testu, jeśli:

— ocena inżynierska wskazuje, że od ostatniego odwzorowania upłynęło zbyt dużo czasu,
lub

— w silniku zostały wprowadzone zmiany fizyczne lub regulacje, które mogą wpłynąć na jego osiągi.

4.3. Określenie cyklu odniesienia dla testu

4.3.1. Prędkość obrotowa odniesienia

Prędkość obrotowa odniesienia (n_{ref}) odpowiada 100 % wartości prędkości znormalizowanej podanej w programie cyklu na stanowisku hamulcowym w pkt 12.3. Jest oczywiste, że rzeczywisty cykl wynikający z denormalizacji prędkości obrotowej zależy w dużym stopniu od właściwego wyboru prędkości odniesienia.

Prędkość odniesienia określa się w podany niżej sposób:

$$n_{\text{ref}} = \text{prędkość mała} + 0,95 \times (\text{prędkość duża} - \text{prędkość mała})$$

(prędkość duża jest największą prędkością, przy której silnik wytwarza 70 % mocy znamionowej, zaś prędkość mała jest najmniejszą prędkością, przy której silnik wytwarza 50 % mocy znamionowej).

4.3.2. Denormalizacja prędkości obrotowej silnika

Prędkość obrotową denormalizuje się za pomocą następującego wzoru:

$$n_{rzecz} = \frac{\%n \times (n_{odn} - n_{bj})}{100} + n_{bj}$$

gdzie:

n_{rzecz} — rzeczywista prędkość obrotowa

n_{odn} — prędkość obrotowa odniesienia

n_{bj} — prędkość obrotowa biegu jałowego

$\%n$ — procent znormalizowanej prędkości obrotowej.

4.3.3. Denormalizacja momentu obrotowego silnika

Wartości momentu obrotowego podane w programie cyklu w pkt 12.3 są znormalizowane względem maksymalnego momentu obrotowego przy danej prędkości obrotowej. Wartości momentu w cyklu odniesienia denormalizuje się w następujący sposób, stosując charakterystykę odwzorowania określoną zgodnie z pkt 4.2.2:

$$T_{rzecz} = \frac{\%T \times T_{max}}{100} \quad (5)$$

gdzie:

T_{rzecz} — rzeczywisty moment obrotowy

T_{max} — maksymalny moment obrotowy

$\%T$ — procent znormalizowanego momentu obrotowego

dla odpowiedniej rzeczywistej prędkości obrotowej określonej zgodnie z pkt 4.3.2.

4.3.4. Przykład procedury denormalizacji

Denormalizacja następującego punktu testu jest przeprowadzona jako przykład:

$\%$ prędkości = 43 %

$\%$ momentu = 82 %

Zakładając następujące wartości:

prędkość odniesienia = 2 200 obr/min

prędkość biegu jałowego = 600 obr/min

otrzymuje się:

$$n_{rzecz} = \frac{43 \times (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{ obr/min}$$

Jeśli moment maksymalny określony z charakterystyki odwzorowania przy 1 288 obr/min jest równy 700 Nm, to:

$$T_{rzecz} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

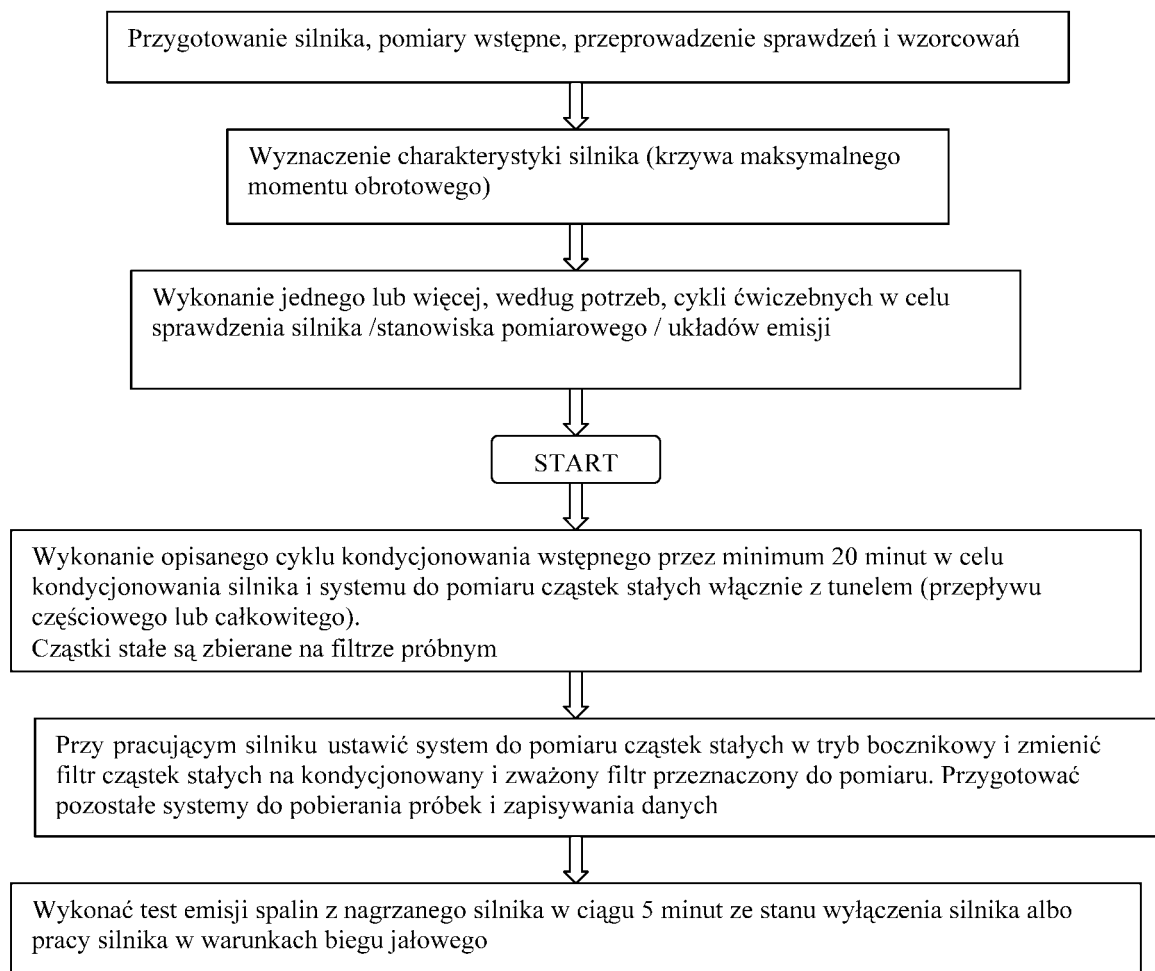
4.4. Hamulec dynamometryczny

4.4.1. W przypadku gdy stosuje się czujnik siły, sygnał momentu obrotowego powinien być sprowadzony do osi silnika, zaś bezwładność hamulca uwzględniona. Rzeczywisty moment obrotowy silnika równa się momentowi odczytanemu z czujnika siły i momentowi bezwładności hamulca pomnożonemu przez przyspieszenie kątowe. Układ nadzorujący powinien przeprowadzić te obliczenia w czasie rzeczywistym.

4.4.2. Jeśli silnik jest badany na hamulcu elektrowirowym, to zaleca się, by liczba punktów, w których różnica $T_{sp} - 2 \cdot \pi \cdot n^{sp} \cdot \Theta_D$ jest mniejsza niż -5 % momentu maksymalnego, nie przekraczała 30 (gdzie T_{sp} jest momentem wymaganym, n^{sp} jest pochodną prędkości obrotowej silnika, zaś Θ_D jest bezwładnością w ruchu obrotowym hamulca elektrowirowego).

4.5. Przebieg testu emisji

Podany niżej schemat blokowy przedstawia przebieg testu.



Jeden lub więcej cykli ćwiczebnych może być odtwarzanych, jeżeli jest to niezbędne, w celu sprawdzenia silnika, stanowiska badawczego i układów emisji przed cyklem pomiarowym.

4.5.1. Przygotowanie filtrów do pobierania próbek

Każdy filtr powinien być umieszczony na co najmniej godzinę przed badaniem w naczyniu Petriego, które jest zabezpieczone przed zanieczyszczeniem pyłem i pozwala na wymianę powietrza, oraz umieszczony w komorze wagowej w celu stabilizacji. Po zakończeniu okresu stabilizacji należy zważyć każdy filtr i zarejestrować masę. Następnie filtr powinien być przechowywany w zamkniętym naczyniu Petriego lub w obudowie filtra aż do użycia go w teście. Filtr należy użyć w ciągu 8 h od jego wyjęcia z komory. Masa filtra (tara) powinna być zarejestrowana.

4.5.2. Instalowanie wyposażenia pomiarowego

Przyrządy i sondy do pobierania próbek powinny być zainstalowane zgodnie z wymaganiami. W przypadku zastosowania układu rozcieńczania spalin przepływu całkowitego należy do niego podłączyć przewód wylotowy.

4.5.3. Uruchomienie i wstępne kondycjonowanie silnika oraz układu rozcieńczania spalin

Układ rozcieńczania i silnik należy uruchomić i nagrzać. Wstępne kondycjonowanie układu poboru spalin należy przeprowadzić przy pracy silnika w warunkach znamionowej prędkości obrotowej i 100 % momentu obrotowego przez co najmniej 20 minut, podczas których układ rozcieńczenia przepływu częściowego lub układ rozcieńczenia przepływu całkowitego z wtórnym układem rozcieńczenia powinien pracować. Próbkę cząstek stałych w teście wstępnym (z użyciem makiet) powinny być zebrane. Filtry cząstek stałych nie muszą być kondycjonowane ani ważone i mogą być wyrzucone. Filtry mogą być zmienione podczas kondycjonowania, gdy całkowity czas poboru przez te filtry i układ poboru przekracza 20 minut. Natężenia przepływu powinny być ustawione w przybliżeniu na wartości wybrane dla testu niestacjonarnego. Moment obrotowy powinien być ograniczony w stosunku do wartości 100 %, zaś prędkość obrotowa powinna być utrzymywana tak, by temperatura maksymalna w strefie poboru nie przekraczała 191 °C.

4.5.4. Uruchomienie układu poboru cząstek stałych

Układ poboru cząstek stałych powinien zostać uruchomiony i pracować w obiegu boczniowym. Zawartość cząstek stałych w powietrzu rozcieńczającym (tle) należy określić przez jego pobór przed wejściem spalin do tunelu rozcieńczającego. Jest pożądane, by próbka cząstek stałych zawartych w tle została zebrana podczas testu niestacjonarnego, jeśli inny układ poboru cząstek jest dostępny. W przeciwnym przypadku układ stosowany do poboru cząstek stałych w teście niestacjonarnym może być użyty. Jeśli powietrze rozcieńczające jest filtrowane, jeden pomiar może być przeprowadzony przed lub po teście. Jeśli powietrze to nie jest filtrowane, pomiary należy przeprowadzić przed początkiem i po zakończeniu cyklu, zaś wartości należy uśrednić.

4.5.5. Regulacja stopnia rozcieńczenia

Całkowity przepływ rozcieńczonych spalin w układzie rozcieńczenia przepływu całkowitego lub przepływ rozcieńczonych spalin przez układ rozcieńczenia przepływu częściowego powinien być tak wyregulowany, aby wyeliminować kondensację wody w układzie i uzyskać temperaturę powierzchni filtra w przedziale między 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C).

4.5.6. Sprawdzenie analizatorów

Należy sprawdzić punkt zerowy i punkt końcowy zakresu pomiarowego analizatorów emisji. Jeśli stosuje się worki do poboru próbki, należy je opróżnić.

4.5.7. Procedura uruchomienia silnika

Silnik ustabilizowany należy uruchomić w ciągu 5 minut po zakończeniu nagrzewania, zgodnie z zaleceniami wytwórcy podanymi w instrukcji użytkowania, stosując rozrusznik produkcyjny lub hamulec. Alternatywnie, test można również rozpocząć w ciągu 5 minut po zakończeniu kondycjonowania wstępnego, gdy silnik nie został wyłączony, lecz pracuje na biegu jałowym.

4.5.8. Przebieg cyklu

4.5.8.1. Sekwencja testu

Sekwencja testu zaczyna się po uruchomieniu zatrzymanego silnika po fazie kondycjonowania wstępnego lub bezpośrednio w fazie kondycjonowania wstępnego przy pracy silnika na biegu jałowym. Test należy realizować zgodnie z cyklem odniesienia ustalonym w pkt 12.3. Instrukcje do ustawiania punktów prędkości obrotowej i momentu obrotowego powinny być wydawane z częstotliwością 5 Hz (zaleca się 10 Hz) lub większą. Wartości ustawienia w tych punktach powinny być obliczane na zasadzie interpolacji liniowej między wartościami w punktach o częstotliwości 1 Hz w cyklu odniesienia. Sygnały sprzężenia zwrotnego prędkości obrotowej i momentu obrotowego należy rejestrować podczas cyklu testu co najmniej jeden raz na sekundę, przy czym sygnały te powinny być filtrowane elektronicznie.

4.5.8.2. Odpowiedź analizatorów

W momencie uruchomienia silnika lub sekwencji testu, jeśli cykl rozpoczyna się bezpośrednio od kondycjonowania wstępnego, urządzenia pomiarowe powinny być uruchomione jednocześnie, tzn. należy:

- 1) rozpocząć gromadzenie i analizę powietrza rozcieńczającego, jeśli stosowany jest układ rozcieńczenia przepływu całkowitego,
- 2) rozpocząć gromadzenie i analizę rozcieńczonych lub nierozcieńczonych spalin, zależnie od stosowanej metody,
- 3) rozpocząć pomiar ilości rozcieńczonych spalin oraz wymaganych temperatur i ciśnień,
- 4) rozpocząć rejestrację masowego natężenia przepływu spalin, jeśli jest stosowana analiza spalin nierozcieńczonych,
- 5) rejestrować dane sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego hamulca.

Jeśli stosuje się pomiar spalin nierozcieńczonych, to stężenie zanieczyszczeń (HC, CO i NO_x) i masowe natężenie przepływu spalin powinny być mierzone w sposób ciągły i wprowadzane do pamięci układu komputerowego z częstotliwością co najmniej 2 Hz. Wszystkie pozostałe dane powinny być rejestrowane z częstotliwością próbkowania co najmniej 1 Hz. W przypadku analizatorów analogowych odpowiedź powinna być rejestrowana, zaś dane wzorcowania stosowane bezpośrednio (on-line) lub pośrednio (off-line) podczas oceny danych.

Jeśli stosuje się układ rozcieńczenia przepływu całkowitego, to stężenie HC i NO_x w tunelu rozcieńczającym powinny być mierzone w sposób ciągły z częstością co najmniej 2 Hz. Stężenia średnie powinny być określone przez całkowanie sygnału analizatorów w całym cyklu. Czas odpowiedzi układu nie powinien przekraczać 20 s i, w razie potrzeby, powinien być zsynchronizowany z wahaniami przepływu w CVS i przesunięciami czasu próbkowania względem cyklu testu. Stężenia CO i CO₂ powinny być określone przez całkowanie lub analizę próbki zgromadzonej w czasie całego cyklu w worku. Stężenia za-

nieczyszczeń gazowych w powietrzu rozcieńczającym powinny być określone przez całkowanie lub zgromadzenie w worku tła. Wszystkie pozostałe parametry powinny być rejestrowane z częstotliwością co najmniej jednego pomiaru na sekundę (1 Hz).

4.5.8.3. Pobieranie próbki cząstek stałych

W momencie uruchomienia silnika lub sekwencji testu, jeśli cykl rozpoczyna się bezpośrednio od kondycjonowania wstępnego, układ pobierania próbek cząstek stałych powinien być przełączony z trybu boczniowego do trybu pobierania cząstek stałych.

Jeśli stosuje się układ rozcieńczenia przepływu częściowego, to pompę(y) pobierającą(e) próbki należy wyregulować w ten sposób, by natężenie przepływu przez sondę do poboru próbki cząstek stałych lub przewód przesyłający było proporcjonalne do masowego natężenia przepływu spalin.

Jeśli stosuje się układ rozcieńczenia przepływu całkowitego, to pompę(y) pobierającą(e) próbki należy wyregulować w ten sposób, by natężenie przepływu przez sondę do poboru próbki cząstek stałych lub przewód przesyłający było utrzymywane w granicach $\pm 5\%$ ustawionego natężenia przepływu. Jeśli stosuje się kompensację przepływu (tzn. regulację proporcjonalną przepływu próbki), należy wykazać, że stosunek głównego przepływu w tunelu do przepływu próbki poboru cząstek stałych nie zmienia się o więcej niż $\pm 5\%$ ustawionej wartości (z wyjątkiem pierwszych 10 sekund pobierania próbki).

Uwaga. W przypadku podwójnego rozcieńczenia przepływ próbki jest równy różnicy netto między natężeniem przepływu przez filtry do pobierania cząstek i natężeniem przepływu wtórnego powietrza rozcieńczającego.

Temperatura średnia i ciśnienie średnie na wlocie do gazomierza(y) lub na wlocie do przyrządów mierzących przepływ powinny być rejestrowane. Jeśli ustalone natężenie przepływu nie może być utrzymane przez cały cykl (w granicach $\pm 5\%$) ze względu na duże obciążenie filtra cząstkami stałymi, to test należy unieważnić. Należy powtórnie wykonać test, stosując mniejsze natężenie przepływu i/lub filtr o większej średnicy.

4.5.8.4. Unieruchomienie silnika

Jeśli silnik zatrzymał się w czasie cyklu testu, to powinien być wstępnie kondycjonowany i ponownie uruchomiony, zaś test powtórzony. Jeśli pojawiają się nieprawidłowości w działaniu któregośkolwiek stosowanego urządzenia badawczego podczas cyklu testu, to test powinien być unieważniony.

4.5.8.5. Czynności po zakończeniu testu

Po zakończeniu testu należy zatrzymać pomiar masowego natężenia przepływu spalin i objętości rozcieńczonych spalin, przepływ gazów do worków poboru próbek i pompę poboru próbki cząstek stałych. Układ całkowania w analizatorach powinien pracować do upływu czasu odpowiedzi układu.

Analizę stężeń w workach poboru próbek, jeśli są stosowane, należy przeprowadzać możliwie jak najwcześniej, lecz w żadnym przypadku nie później niż 20 minut po zakończeniu cyklu testu.

Po teście emisji należy stosować gaz zerowy i ten sam gaz wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego dla danego zakresu pomiarowego do powtórnego sprawdzenia analizatorów. Test uważa się za ważny, jeśli różnica między wartościami przed i po teście jest mniejsza niż $\pm 2\%$ wartości tego gazu wzorcowego.

Filtry cząstek stałych powinny być wstawione do pokoju wagowego nie później niż w ciągu godziny po zakończeniu testu. Powinny być one kondycjonowane przez co najmniej jedną godzinę w naczyniu Petriego, zabezpieczonym przeciw zanieczyszczeniu kurzem i umożliwiającym wymianę powietrza, a następnie ważone. Masę brutto filtrów należy zarejestrować.

4.6. Weryfikacja przebiegu testu

4.6.1. Przesunięcie danych

W celu minimalizacji efektu zwłoki czasowej między wartościami sprzężenia zwrotnego i odniesienia 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. Jeśli sygnały sprzężenia zwrotnego są przesunięte, to prędkość obrotowa i moment obrotowy muszą być także przesunięte o tę samą wartość w tym samym kierunku.

4.6.2. Obliczenie pracy cyklu

Rzeczywistą pracę cyklu W_{act} (kWh) oblicza się, stosując każdą parę zarejestrowanych wartości sygnałów sprzężenia zwrotnego dla prędkości obrotowej i momentu obrotowego. Rzeczywista praca cyklu W_{act} jest stosowana do porównania pracy odniesienia w cyklu W_{ref} i do obliczenia emisji jednostkowej. Taka sama metodyka powinna być stosowana do całkowania mocy rzeczywistej i mocy odniesienia silnika. Jeśli potrzebne jest określenie wartości leżących między sąsiednimi wartościami odniesienia lub mierzonymi, to stosuje się zasadę interpolacji liniowej.

Przy całkowaniu pracy rzeczywistej i odniesienia cyklu, wszystkie ujemne wartości momentu obrotowego powinny być ustawione jako równe zero i włączone do obliczeń. Jeśli całkowanie jest wykonane z częstotliwością mniejszą niż 5 Hz i jeśli podczas danego przedziału czasu wartość momentu obrotowego zmienia się z dodatniej na ujemną lub z ujemnej na dodatnią, część ujemna powinna być obliczona i przyjęta jako równa zero. Część dodatnia powinna być włączona do wartości całkowania.

W_{act} powinna być zawarta w granicach między -15% a $+5\%$ W_{ref} .

4.6.3. Statystyki do walidacji cyklu testu

Należy przeprowadzić analizę regresji liniowej między wartościami sygnału sprzężenia zwrotnego a odniesienia dla prędkości obrotowej, momentu obrotowego i mocy. Należy to wykonać po przeprowadzeniu przesunięcia danych, jeżeli ta opcja jest stosowana. Metoda najmniejszych kwadratów powinna być zastosowana, przy czym równanie regresji ma postać:

$$y = mx + b$$

gdzie:

y — wartość sygnału sprzężenia zwrotnego (rzeczywista) dla prędkości obrotowej (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) i mocy (kW),

m — nachylenie linii regresji,

x — wartość odniesienia dla prędkości obrotowej (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) i mocy (kW),

b — rzędna punktu przecięcia linii regresji z osią rzędnych.

Standardowy błąd oceny (SE) dla y względem x i współczynnik korelacji (r^2) powinny być obliczone dla każdej linii regresji.

Zaleca się przeprowadzenie tej analizy z częstotliwością 1 Hz. Test uznaje się za ważny, jeśli są spełnione kryteria określone w tabeli 1.

Tabela 1 — Tolerancje regresji liniowej

	Prędkość obrotowa	Moment obrotowy	Moc
Standardowy błąd oceny y względem x , SE	maks. 100 obr/min	maks. 13 % maksymalnego momentu obrotowego silnika według charakterystyki odwzorowania	maks. 8 % maksymalnej mocy silnika według charakterystyki odwzorowania
Nachylenie linii regresji, m	0,95 ÷ 1,03	0,83 ÷ 1,03	0,89 ÷ 1,03
Współczynnik korelacji, r^2	min. 0,9700	min. 0,8800	min. 0,9100
Rzędna punktu przecięcia linii regresji z osią rzędnych, b	± 50 obr/min	większa z następujących wartości: ± 20 Nm lub ± 2 % maksymalnego momentu	większa z następujących wartości: ± 4 kW lub ± 2 % maksymalnej mocy

Do celów analizy regresji dopuszcza się, przed przeprowadzeniem obliczeń, usunięcie punktów pomiaru zgodnie z tabelą 2. Jednak punkty te nie mogą być usunięte do obliczenia pracy cyklu i emisji. Punkt biegu jałowego jest zdefiniowany jako punkt, w którym znormalizowany moment obrotowy odniesienia i znormalizowana prędkość obrotowa odniesienia są równe 0 %. Usunięcie punktów można stosować dla całego cyklu lub jakiegokolwiek jego części.

Tabela 2 — Punkty, których usunięcie z analizy regresji jest dozwolone (należy wymienić punkty, które zostały usunięte)

Warunki	Punkty prędkości obrotowej, momentu obrotowego i mocy, które mogą być usunięte, jeśli zachodzą warunki wymienione w kolumnie lewej
Pierwsze 24 (± 1) s i ostatnie 25 s	Prędkość obrotowa, moment obrotowy i moc
Pełne otwarcie przepustnicy i moment obrotowy określony z sygnału sprzężenia zwrotnego < 95 % momentu odniesienia	Moment obrotowy i/lub moc
Pełne otwarcie przepustnicy i prędkość obrotowa określona z sygnału sprzężenia zwrotnego < 95 % prędkości odniesienia	Prędkość obrotowa i/lub moc
Zamknięta przepustnica, prędkość obrotowa określona z sygnału sprzężenia zwrotnego > prędkość obrotowa biegu jałowego + 50 min ⁻¹ i moment obrotowy określony z sygnału sprzężenia zwrotnego > 105 % momentu odniesienia	Moment obrotowy i/lub moc
Zamknięta przepustnica, prędkość obrotowa określona z sygnału sprzężenia zwrotnego > prędkość obrotowa biegu jałowego + 50 min ⁻¹ przepustnicy i moment obrotowy określony z sygnału sprzężenia zwrotnego = moment na biegu jałowym zdefiniowany lub zmierzony przez wytwórcę ± 2 % momentu maksymalnego	Prędkość obrotowa i/lub moc
Zamknięta przepustnica, prędkość obrotowa określona z sygnału sprzężenia zwrotnego < 105 % prędkości obrotowej odniesienia	Prędkość obrotowa i/lub moc

5. Procedury pomiarowe i pobieranie próbek (test NRSC)

Składniki gazowe i cząstek stałych emitowane przez silnik poddany testowi powinny być mierzone metodami opisanymi w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia. Metody te opisują zalecane układy analizy zanieczyszczeń gazowych (pkt 9.1) i zalecane układy rozcieńczania i pobierania próbek dla cząstek stałych (pkt 9.1).

5.1. Wymagania techniczne dla hamulca

Używa się hamulca o charakterystyce właściwej dla przeprowadzenia cyklu testu, o którym mowa w pkt 3.7.1. Oprzyrządowanie do pomiarów momentu obrotowego i prędkości obrotowej powinno pozwalać na określenie mocy na wale silnika w danych granicach. W takim przypadku mogą być potrzebne dodatkowe przeliczenia.

Dokładność wyposażenia pomiarowego powinna być taka, aby nie zostały przekroczone maksymalne tolerancje określone w pkt 5.3.

5.2. Przepływ spalin

Natężenie przepływu spalin powinno być określone przy zastosowaniu jednej z metod, o których mowa w pkt 5.2.1—5.2.4.

5.2.1. Metoda pomiaru bezpośredniego

Pomiar bezpośredni natężenia przepływu spalin wykonuje się za pomocą dyszy pomiarowej lub równoważnego układu pomiarowego zgodnie z normą ISO 5167.

Podczas wykonywania bezpośredniego pomiaru natężenia przepływu spalin stosuje się środki ostrożności, aby uniknąć błędów pomiaru, które będą wpływały na błędy wartości emisji.

5.2.2. Metoda pomiaru przepływu powietrza i paliwa

Pomiar przepływu powietrza i przepływu paliwa.

Używa się przepływomierzy powietrza i przepływomierzy paliwa o dokładności określonej w pkt 5.3.

Obliczenie natężenia przepływu spalin przeprowadza się w następujący sposób:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \text{ (dla masy spalin mokrych)}$$

5.2.3. Metoda bilansu węgla

Obliczanie masy spalin na podstawie zużycia paliwa i stężenia gazowych składników spalin za pomocą metody bilansu węgla (pkt 10).

5.2.4. Metoda pomiaru za pomocą gazu znakującego

Metoda ta polega na pomiarze stężenia gazu znakującego w spalinach. Znana ilość gazu obojętnego (np. czystego helu) jest wtryskiwana do przepływu spalin jako znacznik. Gaz ten jest mieszany ze spalinami i przez nie rozcieńczony, lecz nie powinien wchodzić w reakcje w przewodzie wylotowym. Następnie mierzy się stężenie tego gazu w próbce spalin.

W celu zapewnienia pełnego zmieszania gazu znakującego sonda do poboru próbki spalin powinna być umieszczona co najmniej w większej z następujących odległości za (w kierunku przepływu) punktem wtryskiwania gazu znakującego: 1 m lub 30 razy średnica przewodu wylotowego. Sonda poboru może być umieszczona bliżej punktu wtryskiwania, jeśli pełne zmieszanie zostało potwierdzone przez porównanie stężenia gazu znakującego ze stężeniem odniesienia uzyskanym, gdy gaz znakujący został wtrysnięty przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) silnikiem.

Natężenie przepływu gazu znakującego powinno być ustawione w ten sposób, by jego stężenie przy pracy na biegu jałowym było mniejsze niż pełna skala analizatora tego gazu.

Natężenie przepływu spalin oblicza się według wzoru:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

gdzie:

G_{EXHW} — chwilowe masowe natężenie przepływu spalin, (kg/s)

G_T — natężenie przepływu gazu znakującego, (cm³/min)

$conc_{mix}$ — chwilowe stężenie gazu znakującego po zmieszaniu, (ppm)

ρ_{EXH} — gęstość spalin, (kg/m³)

$conc_a$ — stężenie gazu znakującego w powietrzu dolotowym, (ppm).

Stężenia gazu znakującego w tle ($conc_a$) może być określone przez uśrednienie stężeń w tle mierzonych bezpośrednio przed i po teście.

Jeśli stężenie w tle ($conc_a$) jest mniejsze niż 1 % stężenia gazu znakującego po zmieszaniu ($conc_{mix}$) przy maksymalnym przepływie spalin, może być ono pominięte.

Cały układ powinien spełniać wymagania pod względem dokładności ustalonej dla przepływu spalin i być wzorcowany zgodnie z pkt 7.11.2.

5.2.5. Metoda pomiaru przepływu powietrza i stosunku powietrza do paliwa

Metoda ta polega na obliczeniu masy spalin na podstawie przepływu powietrza i stosunku powietrza do paliwa. Chwilowe masowe natężenie przepływu spalin oblicza się według wzoru:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$\text{z } A/F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left(0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

A/F_{st} — stechiometryczny stosunek powietrza do paliwa, (kg/kg),

λ — współczynnik nadmiaru powietrza,

$conc_{CO_2}$ — stężenie CO₂ na bazie suchej, (%),

$conc_{CO}$ — stężenie CO na bazie suchej, (ppm),

$conc_{HC}$ — stężenie HC, (ppm).

Uwaga: Powyższe obliczenie odnosi się do oleju napędowego mającego stosunek H/C równy 1,8.

Przepływomierz powietrza powinien spełniać wymagania dotyczące dokładności podane w tabeli 3, stosowany analizator CO₂ powinien spełniać wymagania pkt 5.4.1, zaś cały układ — wymagania dotyczące dokładności dla przepływu spalin.

Fakultatywnie, do pomiaru względnego stosunku powietrza do paliwa może być również stosowane odpowiednie urządzenie pomiarowe stosunku powietrza do paliwa, np. czujnik oparty na dwutlenku cyrkonu, spełniające warunki pkt 5.4.4.

5.2.6. Rozcieńczanie całkowitego przepływu spalin

Podczas używania układu rozcieńczania całkowitego przepływu spalin, całkowity przepływ rozcieńczonych spalin (G_{TOTW}) powinien być mierzony za pomocą układów PDP lub CFV lub SSV (załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.2.1.2). Dokładność powinna być zgodna z przepisami w pkt 8.2.

5.3. Dokładność

5.3.1. Wzorcowanie całego wyposażenia pomiarowego powinno być powiązane z normami krajowymi lub międzynarodowymi i powinno spełniać wymagania podane w tabeli 3.

Tabela 3 — Dokładność wyposażenia pomiarowego

Lp.	Wyposażenie pomiarowe	Dokładność
1	Prędkość obrotowa silnika	$\pm 2\%$ wartości zmierzonej lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
2	Moment obrotowy	$\pm 2\%$ wartości zmierzonej lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
3	Zużycie paliwa	$\pm 2\%$ maksymalnej wartości silnika
4	Zużycie powietrza	$\pm 2\%$ wartości zmierzonej lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
5	Natężenie przepływu spalin	$\pm 2,5\%$ wartości zmierzonej lub $\pm 1,5\%$ maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
6	Temperatury ≤ 600 K	± 2 K
7	Temperatury > 600 K	$\pm 1\%$ wartości zmierzonej
8	Ciśnienie spalin	$\pm 0,2$ kPa
9	Podciśnienie powietrza dolotowego	$\pm 0,05$ kPa
10	Ciśnienie atmosferyczne	$\pm 0,1$ kPa
11	Inne ciśnienia	$\pm 0,1$ kPa
12	Wilgotność bezwzględna	$\pm 5\%$ wartości zmierzonej
13	Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego	$\pm 2\%$ wartości zmierzonej
14	Natężenie przepływu spalin	$\pm 2\%$ wartości zmierzonej

5.4. Określanie składników gazowych

5.4.1. Ogólne wymagania techniczne w stosunku do analizatorów

Zakres pomiarów analizatorów powinien być właściwy dla dokładności wymaganej podczas wykorzystania pomiarów stężenia składników spalin (pkt 5.4.1.1). Zaleca się, aby analizatory pracowały tak, aby mierzone stężenie zawierało się między 15 % i 100 % pełnej skali. Jeżeli wartość pełnej skali wynosi 155 ppm (lub ppm C) lub mniej, lub są używane układy odczytu (komputery, rejestratory danych), które zapewniają wystarczającą dokładność i rozdzielczość poniżej 15 % pełnej skali, stężenia są również do

zaakceptowania. W takim przypadku powinny być wykonane dodatkowe wzorcowania dla potwierdzenia dokładności krzywych wzorcowania, określone zgodnie z pkt 7.5.5.2. Elektromagnetyczna kompatybilność (EMC) wyposażenia powinna być na takim poziomie, aby zminimalizować dodatkowe błędy.

5.4.1.1. Błąd pomiaru

Wskazania analizatora nie powinny odbiegać od nominalnego punktu wzorcowania o więcej niż większa z podanych wartości: ± 2 % odczytu lub 0,3 % pełnej skali.

Uwaga: Dla celów niniejszej normy dokładność jest definiowana jako odchyłka odczytu analizatora od nominalnych wartości wzorcowania za pomocą gazu wzorcowego (= wartość prawdziwa).

5.4.1.2. Powtarzalność

Powtarzalność zdefiniowana jako 2,5-krotne odchylenie standardowe 10 kolejnych odpowiedzi na gaz wzorcowy lub wzorcowy punktu końcowego danego zakresu pomiarowego nie może być większa niż ± 1 % pełnej skali stężenia dla każdego zakresu używanego poniżej 155 ppm (lub ppm C).

5.4.1.3. Szum

Różnica wartości szczytowych odpowiedzi analizatora na gaz zerowy i na gaz wzorcowy lub wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego w czasie 10 sekund nie może przekraczać 2 % pełnej skali we wszystkich używanych zakresach.

5.4.1.4. Pełzanie zera

Pełzanie zera w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali w najniższym używanym zakresie. Odpowiedź zerowa jest definiowana jako przeciętna, wraz z hałasem, na gaz zerowy w czasie 30 s.

5.4.1.5. Pełzanie zakresu pomiarowego

Pełzanie zakresu pomiarowego w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali na najniższym używanym zakresie. Zakres pomiarowy jest definiowany jako różnica pomiędzy odpowiedzią na gaz wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego i odpowiedzią na gaz zerowy. Odpowiedź na gaz wzorcowy jest definiowana jako średnia odpowiedź, włączając szum, na gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego w czasie 30 sekund.

5.4.2. Osuszanie gazu

Urządzenie do osuszania gazu musi mieć minimalny wpływ na stężenie mierzonych gazów. Do usuwania wody z próbki nie mogą być stosowane chemiczne suszarki.

5.4.3. Analizatory

Metody pomiarowe, jakie powinny być stosowane, określają pkt od 5.4.3.1 do 5.4.3.4. Szczegółowy opis układów pomiarowych jest określony w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9. Gazy powinny być badane przy użyciu przyrządów określonych w niniejszym załączniku. Dla analizatorów nieliniowych używa się układów linearyzujących.

5.4.3.1. Oznaczanie tlenku węgla (CO)

Analizator tlenku węgla powinien być analizatorem typu niedispersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

2.4.3.2. Oznaczanie dwutlenku węgla (CO₂)

Analizator dwutlenku węgla powinien być analizatorem typu niedispersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

5.4.3.3. Oznaczanie węglowodorów (HC)

Analizator węglowodorów powinien być grzanym analizatorem typu promieniowo-jonizacyjnego (HFID) z detektorem, zaworami, przewodami rurowymi itp., podgrzewanymi tak, aby utrzymać temperaturę gazu na poziomie 463 K (190 °C) ± 10 K.

5.4.3.4. Oznaczanie tlenków azotu (NO_x)

Analizator tlenków azotu powinien być analizatorem typu chemiluminescencyjnego (CLD) lub grzanym analizatorem typu chemiluminescencyjnego (HCLD) z konwertorem NO₂/NO, jeżeli pomiar przeprowadza się dla spalin suchych.

Jeśli pomiar przeprowadza się dla spalin mokrych, powinien być używany HCLD z konwertorem utrzymywanym w temperaturze powyżej 328 K (55 °C), pod warunkiem że sprawdzenie tłumiącego wpływu wody, o którym mowa w pkt 7.9.2.2, wypadło pozytywnie.

Dla obu analizatorów, zarówno CLD jak i HCLD, temperatura ścianek toru poboru próbki powinna być utrzymywana w granicach od 328 K do 473 K (od 55 °C do 200 °C) aż do konwertora w przypadku pomiaru na bazie suchej lub do analizatora przy pomiarze w stanie mokrym.

5.4.4. Pomiar stosunku powietrza do paliwa

Urządzeniem do pomiaru stosunku powietrza do paliwa stosowanego w celu określenia przepływu spalin, zgodnie z pkt 5.2.5, jest sonda do pomiaru szerokiego zakresu tego stosunku lub oparta na dwutlenku cyrkonu sonda lambda.

Sonda powinna być zamontowana bezpośrednio w przewodzie wylotowym w miejscu, gdzie temperatura spalin jest dostatecznie wysoka, by nie następowała kondensacja wody.

Dokładność sondy włącznie z jej obwodem elektronicznym powinna wynosić:

- 1) ± 3 % wartości odczytu dla $\lambda < 2$,
- 2) ± 5 % wartości odczytu dla $2 \leq \lambda < 5$,
- 3) ± 10 % wartości odczytu dla $5 \leq \lambda$.

W celu spełnienia powyższych wymagań sonda powinna być wzorcowana w sposób podany przez jej producenta.

5.4.5. Pobieranie próbek gazowych składników emisji

Sondy pobierania próbek zanieczyszczeń gazowych powinny być umieszczone w większej z następujących odległości: co najmniej 0,5 m lub trzykrotna średnica rury wydechowej przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) wylotem układu spalin, lecz wystarczająco blisko silnika, aby zapewnić temperaturę spalin co najmniej 343 K (70 °C) przy sondzie.

W przypadku silnika wielocylindrowego, z rozgałęzionym kolektorem wylotowym, wlot sondy jest umieszczony dostatecznie daleko z kierunkiem przepływu spalin, aby zapewnić, że próbka reprezentuje średnią emisję spalin ze wszystkich cylindrów. W wielocylindrowych silnikach posiadających oddzielne grupy kolektorów, tak jak dla konfiguracji silnika „V”, dopuszcza się pobieranie próbki z każdej grupy indywidualnie i obliczanie średniej emisji spalin. Mogą być używane inne metody, dla których wykazano korelację z wymienionymi wyżej metodami. Dla obliczeń emisji spalin musi być użyte całkowite masowe natężenie przepływu spalin silnika.

Jeżeli na skład spalin ma wpływ jakikolwiek układ dodatkowego oczyszczania spalin, próbka spalin musi być pobrana przed tym układem, w kierunku przeciwnym do przepływu, w badaniu etapu I, oraz za tym urządzeniem, zgodnie z kierunkiem przepływu, w badaniu etapu II.

W przypadku używania układu rozcieńczania przepływu całkowitego w pomiarze emisji cząstek stałych, emisje składników gazowych mogą być oznaczane w rozcieńczonych spalinach. Sondy pobierające próbki powinny być blisko sondy pobierającej próbki cząstek stałych w tunelu rozcieńczania (załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.2.1.2, DT i pkt 9.2.2, PSP). Tlenek oraz dwutlenek węgla (CO i CO₂) mogą być oznaczane poprzez pobieranie próbek do worka, a następnie mierzenie stężenia w worku pomiarowym.

5.5. Oznaczanie cząstek stałych

Do oznaczania cząstek stałych stosuje się układ rozcieńczania. Rozcieńczanie może być zrealizowane przez układ rozcieńczania przepływu częściowego lub układ rozcieńczania przepływu całkowitego.

Objętość przepływu w układzie rozcieńczającym jest na tyle duża, aby całkowicie wyeliminować kondensację wody w tych układach i pobierania próbek oraz utrzymywać temperaturę rozcieńczonych spalin bezpośrednio przed obudową filtrów, w kierunku przeciwnym do przepływu spalin, w przedziale między 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C).

Dopuszczalne jest zmniejszenie wilgotności powietrza rozcieńczającego przed wpuszczeniem go do układu rozcieńczającego, jeżeli wilgotność powietrza jest wysoka. Zaleca się wstępne podgrzewanie powietrza rozcieńczającego do poziomu temperatury powyżej 303 K (30 °C), jeżeli temperatura otoczenia jest poniżej 293 K (20 °C), przy czym temperatura powietrza rozcieńczającego nie może przekroczyć 352 K (52 °C) przed wprowadzeniem do spalin w tunelu rozcieńczania.

Uwaga. Dla procedury stacjonarnej, temperatura filtru może być utrzymywana w temperaturze maksymalnej 325 K (52 °C) lub poniżej jej, zamiast w przedziale między 42 °C a 52 °C.

Dla układu rozcieńczania przepływu częściowego sonda pobierająca próbki cząstek stałych musi być blisko sondy gazowej i przed nią (w kierunku przeciwnym do przepływu) jak zdefiniowano to w pkt 9.2.1.1 załącznika nr 1.3 do rozporządzenia, rysunki 4—12 EP i SP.

Układ rozcieńczania przepływu częściowego powinien być tak zaprojektowany, aby strumień spalin był rozdzielany na dwie części, z których mniejsza jest rozcieńczana powietrzem i następnie używana do pomiaru cząstek stałych, a stopień rozcieńczania był określony bardzo dokładnie. Można stosować różne sposoby rozdzielania, jednak sposób użytego rozdzielania powoduje w znacznym stopniu obowiązek stosowania urządzenia do próbkowania i procedur, które mają być użyte (załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.2.1.1). Do oznaczania masy cząstek stałych stosuje się: układ pobierania próbek cząstek stałych, filtry pomiarowe cząstek stałych, wagi analityczne i komory wagowe o kontrolowanej temperaturze i wilgotności.

Do pobierania cząstek stałych mogą być stosowane dwie metody:

- 1) jednofiltrowa, zgodnie z którą używa się jednej pary filtrów (patrz pkt 5.5.1.3) dla wszystkich faz cyklu badawczego; szczególną uwagę należy zwrócić na czas pobierania próbek i natężenia przepływów w fazie pobierania próbek w trakcie testu; wymagana jest tylko jedna para filtrów dla cyklu testu;
- 2) wielofiltrowa, zgodnie z którą jednej pary filtrów (patrz pkt 5.5.1.3) używa się dla każdej pojedynczej fazy cyklu testu; metoda ta umożliwi łagodniejsze pobieranie próbek, lecz stosując ją, używa się więcej filtrów.

5.5.1. Filtry do pobierania cząstek stałych

5.5.1.1. Wymagania dla filtru

Do testów wykonywanych podczas badań silników wymagane są filtry z włókna szklanego pokryte fluoropochodnymi węglowodorów lub filtry membranowe na bazie fluoropochodnych węglowodorów. Do specjalnych celów mogą być użyte różne materiały filtracyjne. Wszystkie typy filtrów powinny mieć skuteczność zatrzymywania co najmniej 99 % cząstek DOP (dioktylfalanu) o wymiarach 0,3 µm, przy prędkości gazu od 35 cm/s do 100 cm/s.

Podczas przeprowadzania testów porównawczych, wykonywanych między laboratoriami lub między producentem i jednostką udzielającą homologacji, używa się sączków o identycznej jakości.

5.5.1.2. Rozmiar filtru

Filtry cząstek stałych powinny mieć minimalną średnicę 47 mm (średnica czynna 37 mm). Dopuszczalne są filtry o większej średnicy określonej w pkt 5.5.1.5.

5.5.1.3. Filtr pierwotny i wtórny

Próbki z rozcieńczanych spalin pobiera się za pomocą pary filtrów umieszczonych szeregowo (jeden pierwotny i jeden wtórny) podczas sekwencji testu. Filtr wtórny umieszcza się nie dalej niż 100 mm zgodnie z kierunkiem przepływu za filtrem pierwotnym, i nie powinien mieć z nim kontaktu. Filtry można ważyć oddzielnie lub jako parę filtrów złożonych stronami zaplamionymi do siebie.

5.5.1.4. Prędkość przepływu przez filtr

Powinna być uzyskana prędkość czoła gazu przepływającego przez filtr od 35 cm/s do 100 cm/s. Przyrost spadku ciśnienia między początkiem i końcem testu powinien być nie większy niż 25 kPa.

5.5.1.5. Obciążenie filtru

Minimalne zalecane obciążenia dla najczęściej stosowanych wymiarów filtrów określa poniższa tabela. Dla filtrów o większych wymiarach minimalne obciążenie powinno wynosić 0,065 mg/1 000 mm² powierzchni czynnej.

Średnica filtra (mm)	Zalecana czynna średnica (mm)	Zalecane obciążenie minimalne (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

Zalecane minimalne obciążenie filtru dla sumy wszystkich filtrów powinno być iloczynem odpowiedniej wartości podanej powyżej i pierwiastka kwadratowego z liczby wszystkich testów.

5.5.2. Wymagania dla komory wagowej i wagi analitycznej

5.5.2.1. Warunki dla komory oraz pomieszczeń wagowych

Temperatura komory (lub pomieszczenia), w której filtry cząstek stałych są kondycjonowane i ważone, powinna być utrzymywana w zakresie 295 K (22 °C) ±3 K podczas całego okresu kondycjonowania i ważenia filtrów. Wilgotność powinna być utrzymywana w punkcie rosy dla temperatury 282,5 K (9,5 °C) ±3 K, wilgotność względna zaś powinna wynosić 45 % ±8 %.

5.5.2.2. Ważenie filtrów odniesienia

Środowisko komory lub pomieszczenia powinno być wolne od otaczających zanieczyszczeń, w szczególności pyłu, które mogłyby się osadzać na filtrach cząstek stałych podczas ich stabilizacji. Zakłócenia warunków w komorze wagowej (wymienionych w pkt 5.5.2.1) są dopuszczalne, jeżeli czas zakłóceń nie przekracza 30 minut. Pomieszczenie wagowe powinno spełnić żądane wymagania techniczne przed wejściem personelu do środka tych pomieszczeń. Co najmniej dwa nieużywane filtry odniesienia lub dwie pary filtrów odniesienia powinny być ważone w ciągu czterech godzin od ważenia filtrów (par filtrów) do pobierania próbek, lecz najlepiej w tym samym czasie co te filtry (pary filtrów). Powinny one mieć ten sam rozmiar i być z tego samego materiału.

Jeżeli średni ciężar filtrów odniesienia (par filtrów odniesienia) zmienia się między ważeniami filtrów zbierających próbki o więcej niż 10 µg, wtedy wszystkie filtry do pobierania próbek powinny być odrzucone, a test emisji powtórzony.

Jeżeli warunki stabilności pomieszczenia wagowego podanego w pkt 5.5.2.1 nie są spełnione, lecz ważenie filtra (pary filtrów) spełnia wymagane kryteria, producent silnika ma do wyboru: akceptować ciężary filtrów do pobierania próbek albo unieważnić test i po naprawie układu regulacji pomieszczenia wagowego powtórzyć test.

5.5.2.3. Waga analityczna

Waga analityczna użyta do określania masy wszystkich filtrów powinna mieć podaną przez producenta dokładność wskazań (odchylenie standardowe) 2 µg i rozdzielczość 1 µg (1 działka = 1 µg).

5.5.2.4. Eliminacja wpływu elektryczności statycznej

Aby wyeliminować oddziaływania elektryczności statycznej, filtry powinny być przed ważeniem zneutralizowane, w szczególności za pomocą neutralizatora polonowego lub urządzenia dającego podobny efekt.

5.5.3. Dodatkowe warunki pomiaru cząstek stałych

Wszystkie części układu rozcieńczającego i układu pobierania próbek od rury wylotowej aż do obudowy filtrów, które są w kontakcie z nierozcieńczonymi i rozcieńczonymi spalinami, projektuje się tak, aby zminimalizować osadzanie się lub przemianę cząstek stałych. Wszystkie części wykonuje się z materiałów przewodzących elektryczność, które nie reagują ze składnikami spalin i muszą być elektrycznie uziemione, w celu zapobieżenia oddziaływaniom elektryczności statycznej.

6. Procedury pomiarów pobierania próbek (test NRTC)

6.1. Składniki gazowe i cząstki stałe emitowane przez silnik przedstawiony do badań powinny być mierzone metodami opisanymi w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia. Załącznik nr 1.3 do rozporządzenia opisuje zalecane układy analizy zanieczyszczeń gazowych (pkt 9.1) i zalecane układy rozcieńczenia i pobierania próbek cząstek stałych (pkt 9.2).

6.2. Hamulec dynamometryczny i wyposażenie stanowiska badawczego

Do testów emisji z silnika prowadzonych na hamulcu należy stosować podane niżej urządzenia.

6.2.1. Hamulec

Należy użyć hamulca o charakterystyce odpowiedniej do przeprowadzenia cyklu testu opisanego w pkt 12.3. Wyposażenie do pomiarów momentu obrotowego i prędkości obrotowej powinno pozwalać na określenie mocy na wale silnika w ustalonych granicach. Mogą być potrzebne dodatkowe przeliczenia. Dokładność wyposażenia pomiarowego musi być taka, aby nie zostały przekroczone maksymalne tolerancje podane w tabeli 3.

6.2.2. Inne przyrządy

Należy stosować, zgodnie z wymaganiami, przyrządy do pomiaru zużycia paliwa, zużycia powietrza, temperatury czynnika chłodzącego i środka smarującego, ciśnienia spalin, podciśnienia w kolektorze dolotowym, temperatury spalin, temperatury powietrza dolotowego, ciśnienia atmosferycznego, wilgotności i temperatury paliwa. Przyrządy te powinny spełniać wymagania podane w tabeli 3.

Tabela 3 — Dokładność wyposażenia pomiarowego

Lp.	Wyposażenie pomiarowe	Dokładność
1	Prędkość obrotowa silnika	± 2 % wartości zmierzonej lub ± 1 % maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
2	Moment obrotowy	± 2 % wartości zmierzonej lub ± 1 % maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
3	Zużycie paliwa	± 2 % maksymalnej wartości silnika
4	Zużycie powietrza	± 2 % wartości zmierzonej lub ± 1 % maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości
5	Natężenie przepływu spalin	± 2,5 % wartości zmierzonej lub ± 1,5 % maksymalnej wartości silnika; obowiązuje większa z tych wartości

6	Temperatury ≤ 600 K	± 2 K
7	Temperatury > 600 K	± 1 % wartości zmierzonej
8	Ciśnienie spalin	$\pm 0,2$ kPa
9	Podciśnienie powietrza dolotowego	$\pm 0,05$ kPa
10	Ciśnienie atmosferyczne	$\pm 0,1$ kPa
11	Inne ciśnienia	$\pm 0,1$ kPa
12	Wilgotność bezwzględna	± 5 % wartości zmierzonej
13	Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego	± 2 % wartości zmierzonej
14	Natężenie przepływu spalin	± 2 % wartości zmierzonej

6.2.3. Przepływ spalin nierozcieńczonych

W celu obliczenia emisji na podstawie pomiarów spalin nierozcieńczonych i sterowania układem rozcieńczenia przepływu częściowego niezbędna jest znajomość masowego natężenia przepływu spalin. W celu określenia tego natężenia można stosować jedną z dwóch podanych niżej metod.

Dla potrzeb obliczenia emisji czas odpowiedzi dla każdej z metod opisanych niżej powinien być równy lub mniejszy niż czas odpowiedzi analizatora wymagany z pkt 7.11.1.

Dla potrzeb sterowania układem rozcieńczenia spalin przepływu częściowego jest wymagana szybsza odpowiedź. Dla układów o sterowaniu bezpośrednim (on-line) jest wymagany czas odpowiedzi $\leq 0,3$ s. Dla układów ze sterowaniem na zasadzie przewidywania (look ahead) na podstawie wcześniej zarejestrowanego przebiegu testu jest wymagany czas odpowiedzi układu pomiaru przepływu spalin ≤ 5 s o czasie narastania ≤ 1 s. Czas odpowiedzi układu powinien być podany przez wytwórcę przyrządu. Wymagania dotyczące łącznego czasu odpowiedzi dla przepływu spalin i dla układu rozcieńczenia spalin przepływu częściowego są podane w pkt 6.4.

6.2.3.1. Metoda pomiaru bezpośredniego

Pomiar bezpośredni chwilowego przepływu spalin może być przeprowadzony za pomocą następujących układów:

- 1) urządzenia mierzącego na zasadzie różnicy ciśnień, jak np. zwężka (w sprawie szczegółów, patrz norma ISO 5167:2000),
- 2) przepływomierza ultradźwiękowego,
- 3) przepływomierza wirowego.

Należy zastosować odpowiednie środki ostrożności, aby uniknąć błędów pomiaru, które będą wywoływały błędy wartości emisji. Do takich środków należy właściwa i staranna instalacja urządzenia w układzie wylotowym silnika zgodnie z zaleceniami producenta i dobrą praktyką inżynierską. Instalacja urządzenia nie może wpływać na osiągi silnika i emisję.

Przepływomierze powinny spełniać wymagania pod względem dokładności podane w tabeli 3.

6.2.3.2. Metoda pomiaru przepływu powietrza i paliwa

W metodzie tej następuje pomiar natężenia przepływu powietrza i paliwa za pomocą odpowiednich przepływomierzy. Obliczenia chwilowego natężenia przepływu spalin przeprowadza się według wzoru:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \text{ (dla spalin mokrych)}$$

Przepływomierze powinny spełniać wymagania pod względem dokładności podane w tabeli 3, przy czym powinny być wystarczająco dokładne, by zostały spełnione także wymagania dotyczące dokładności dla przepływu spalin.

6.2.3.3. Metoda pomiaru za pomocą gazu znakującego

Metoda ta polega na pomiarze stężenia gazu znakującego w spalinach. Znana ilość gazu obojętnego (np. czystego helu) jest wtryskiwana do przepływu spalin jako znacznik. Gaz ten jest mieszany ze spalinami i przez nie rozcieńczony, lecz nie powinien wchodzić w reakcje w przewodzie wylotowym. Następnie mierzy się stężenie tego gazu w próbce spalin.

W celu zapewnienia pełnego zmieszania gazu znakującego sonda do poboru próbki spalin powinna być umieszczona co najmniej w większej z następujących odległości za (w kierunku przepływu) punktem wtryskiwania gazu znakującego: 1 m lub 30 razy średnica przewodu wylotowego. Sonda poboru może być umieszczona bliżej punktu wtryskiwania, jeśli pełne zmieszanie zostało potwierdzone przez porównanie stężenia gazu znakującego ze stężeniem odniesienia uzyskanym, gdy gaz znakujący został wtrzyśnięty przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) silnikiem.

Natężenie przepływu gazu znakującego powinno być ustawione w ten sposób, by jego stężenie po zmieszanu przy pracy na biegu jałowym było mniejsze niż pełna skala analizatora tego gazu.

Natężenie przepływu spalin oblicza się według wzoru:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

G_{EXHW} = chwilowe masowe natężenie przepływu spalin, (kg/s)

G_T = natężenie przepływu gazu znakującego, (cm³/min)

$conc_{mix}$ = chwilowe stężenie gazu znakującego po zmieszanu, (ppm)

ρ_{EXH} = gęstość spalin, (kg/m³)

$conc_a$ = stężenie gazu znakującego w tle, (ppm)

Stężenie gazu znakującego w tle ($conc_a$) może być określone przez uśrednienie stężeń w tle mierzonych bezpośrednio przed i po teście.

Jeśli stężenie w tle ($conc_a$) jest mniejsze niż 1 % stężenia gazu znakującego po zmieszanu ($conc_{mix}$) przy maksymalnym przepływie spalin, to może być ono pominięte.

Cały układ powinien spełniać wymagania pod względem dokładności ustalone dla przepływu spalin i być wzorcowany zgodnie pkt 7.11.2.

6.2.3.4. Metoda pomiaru przepływu powietrza i stosunku powietrza do paliwa.

Metoda ta polega na obliczeniu masy spalin na podstawie przepływu powietrza i stosunku powietrza do paliwa. Chwilowe masowe natężenie przepływu spalin oblicza się według wzoru:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$z \ A/F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left(0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

gdzie: A/F_{st} — stechiometryczny stosunek powietrza do paliwa, (kg/kg),

λ — współczynnik nadmiaru powietrza,

$conc_{CO_2}$ — stężenie CO₂ na bazie suchej, (%),

$conc_{CO}$ — stężenie CO na bazie suchej, (ppm),

$conc_{HC}$ — stężenie HC, (ppm).

Uwaga: Powyższe obliczenie odnosi się do oleju napędowego mającego stosunek H/C równy 1,8.

Przeptywomierz powietrza powinien spełniać wymagania dotyczące dokładności podane w tabeli 3, stosowany analizator CO₂ powinien spełniać wymagania pkt 6.3.1, zaś cały układ — wymagania dotyczące dokładności dla przepływu spalin.

Opcjonalnie, do pomiaru współczynnika nadmiaru powietrza do paliwa może być również stosowane odpowiednie urządzenie pomiarowe stosunku powietrza do paliwa, np. czujnik oparty na dwutlenku cyrkonu, spełniające warunki pkt 6.3.4.

6.2.4. Przepływ spalin rozcieńczonych

W celu obliczenia emisji na podstawie spalin rozcieńczonych niezbędna jest znajomość ich masowego natężenia przepływu. Całkowity przepływ spalin rozcieńczonych w cyklu (kg/test) oblicza się z wartości pomiaru w całym cyklu i odpowiednich danych wzorcowania urządzenia do pomiaru przepływu (V_0 dla PDP, K_V dla CFV, C_d dla SSV). Należy stosować odpowiednie metody opisane w pkt 11.2.1. Jeśli całkowita masa próbki pobranej w celu pomiaru cząstek stałych i zanieczyszczeń gazowych przekracza 0,5 % całkowitego przepływu przez CVS, przepływ ten powinien być skorygowany lub próbka powinna być doprowadzona z powrotem do CVS przed urządzeniem do pomiaru przepływu.

6.3. Określanie składników gazowych

6.3.1. Ogólne wymagania techniczne w stosunku do analizatorów

Analizatory powinny mieć zakres pomiarowy dostosowany do dokładności wymaganej przy pomiarach stężenia składników spalin (pkt 5.4.1.1). Zaleca się, aby analizatory pracowały tak, aby mierzone stężenie zawierało się między 15 % i 100 % pełnej skali.

Jeżeli wartość pełnej skali wynosi 155 ppm (lub ppm C) lub mniej, lub jeżeli są używane układy odczytu (komputery, rejestratory danych), które zapewniają wystarczającą dokładność i rozdzielczość poniżej 15 % pełnej skali, stężenia poniżej 15 % pełnej skali są również do zaakceptowania. W takim przypadku powinny być wykonane dodatkowe wzorcowania dla potwierdzenia dokładności krzywych wzorcowania (pkt 7.5.5.2).

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) wyposażenia powinna być na takim poziomie, aby zminimalizować dodatkowe błędy.

6.3.1.1. Błąd pomiaru

Wskazania analizatora nie powinny odbiegać od nominalnego punktu wzorcowania o więcej niż większa z podanych wartości: ± 2 % odczytu lub 0,3 % pełnej skali.

Uwaga. Dla celów niniejszej normy dokładność jest definiowana jako odchyłka odczytu analizatora od nominalnych wartości wzorcowania za pomocą gazu wzorcowego (= wartość prawdziwa).

6.3.1.2. Powtarzalność

Powtarzalność zdefiniowana jako 2,5-krotne odchylenie standardowe 10 kolejnych odpowiedzi na gaz wzorcowy lub wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego nie może być większa niż ± 1 % pełnej skali stężenia dla każdego zakresu używanego powyżej 155 ppm (lub ppm C) lub ± 2 % dla każdego zakresu używanego poniżej 155 ppm (lub ppm C).

6.3.1.3. Szum

Różnica wartości szczytowych odpowiedzi analizatora na gaz zerowy i na gaz wzorcowy lub wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego w czasie 10 sekund nie może przekraczać 2 % pełnej skali we wszystkich używanych zakresach.

6.3.1.4. Pełzanie zera

Pełzanie zera w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali w najniższym używanym zakresie. Odpowiedź zerowa jest definiowana jako średnia odpowiedź, wraz z szumem, na gaz zerowy w czasie 30 s.

6.3.1.5. Pełzanie zakresu pomiarowego

Pełzanie zakresu pomiarowego w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali na najniższym używanym zakresie. Zakres pomiarowy jest definiowany jako różnica pomiędzy odpowiedzią na gaz wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego i odpowiedzią na gaz zerowy. Odpowiedź na gaz wzorcowy jest definiowana jako odpowiedź przeciętna, włączając szum, na gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego w czasie 30 sekund.

6.3.1.6. Czas narastania

Dla analizy spalin nierozcieńczonych czas narastania odpowiedzi analizatora zainstalowanego w układzie pomiarowym nie może przekroczyć 2,5 s.

Uwaga: Sama ocena czasu odpowiedzi analizatora nie wystarcza do potwierdzenia przydatności całego układu do badań w warunkach niestacjonarnych. Objętości, szczególnie objętości martwe, w układzie nie

tylko wpływają na czas transportu z sondy do analizatora, lecz także na czas narastania. Wszystkie czasy transportu wewnątrz analizatora, np. przez konwertor lub pułapki wodne wewnątrz analizatora NO_x , wchodzą w czas odpowiedzi analizatora. Określenie czasu odpowiedzi całego układu jest opisane w pkt 7.11.1.

6.3.2. Osuszanie gazu

Należy stosować podane niżej warunki techniczne, takie same jak dla testu NRSC (pkt 5.4.2).

Opcjonalne urządzenie do osuszania gazu musi mieć minimalny wpływ na stężenie mierzonych gazów. Stosowanie chemicznych suszarek nie jest akceptowanym sposobem usuwania wody z próbki.

6.3.3. Analizatory

Należy stosować podane niżej warunki techniczne, takie same jak dla testu NRSC (pkt 5.4.2).

Badane gazy powinny być analizowane niżej podanymi przyrządami. Dla analizatorów nieliniowych jest dozwolone użycie układów linearyzujących.

6.3.3.1. Oznaczanie tlenku węgla (CO)

Analizator tlenku węgla powinien być analizatorem typu niedyspersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

6.3.3.2. Oznaczanie dwutlenku węgla (CO_2)

Analizator tlenku węgla powinien być analizatorem typu niedyspersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

6.3.3.3. Oznaczanie węglowodorów (HC)

Analizator węglowodorów powinien być grzany analizatorem typu płomieniowo-jonizacyjnego (HFID) z detektorem, zaworami, przewodami rurowymi itp., podgrzewanymi tak, aby utrzymać temperaturę gazu w granicach 463 K (190 °C) ± 10 K.

6.3.3.4. Oznaczanie tlenków azotu (NO_x)

Analizator tlenków azotu powinien być analizatorem typu chemiluminescencyjnego (CLD) lub grzany analizatorem typu chemiluminescencyjnego (HCLD) z konwertorem NO_2/NO , jeśli pomiar przeprowadza się dla spalin suchych. Jeśli pomiar przeprowadza się dla spalin mokrych, powinien być używany HCLD z konwertorem utrzymywanym w temperaturze powyżej 328 K (55 °C), pod warunkiem że sprawdzenie tłumiącego wpływu wody wypadło pozytywnie (pkt 7.9.2.2).

Zarówno dla CLD jak i HCLD temperatura ścianek toru poboru powinna być utrzymywana w przedziale od 328 K do 473 K (od 55 °C do 200 °C), aż do konwertora w przypadku pomiaru w spalinach suchych i do analizatora w przypadku pomiaru w spalinach mokrych.

6.3.4. Pomiar stosunku powietrza do paliwa

Jako wymieniono w pkt 6.2.3 urządzenia do pomiaru stosunku powietrza do paliwa stosowanego w celu określenia przepływu spalin używa się sondy do pomiaru szerokiego zakresu tego stosunku lub opartej na dwutlenku cyrkonu sondy lambda.

Sonda powinna być zamontowana bezpośrednio w przewodzie wylotowym w miejscu, gdzie temperatura spalin jest dostatecznie wysoka, by nie następowała kondensacja wody.

Dokładność sondy włącznie z jej obwodem elektronicznym powinna wynosić:

- 1) ± 3 % wartości odczytu dla $\lambda < 2$,
- 2) ± 5 % wartości odczytu dla $2 \leq \lambda < 5$,
- 3) ± 10 % wartości odczytu dla $5 \leq \lambda$.

W celu spełnienia tych wymagań sonda powinna być wzorcowana w sposób podany przez jej producenta.

6.3.5. Pobieranie próbek gazowych składników emisji

6.3.5.1. Przepływ spalin nierozcieńczonych

W celu obliczenia emisji na podstawie spalin nierozcieńczonych należy stosować podane niżej warunki techniczne, takie same jak dla testu NRSC (pkt 5.4.4).

Sondy pobierania próbek zanieczyszczeń gazowych muszą być zamocowane w większej z następujących odległości: co najmniej 0,5 m lub trzykrotna średnica rury wydechowej przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) miejscem wylotu układu wylotowego spalin, i wystarczająco blisko silnika, aby zapewnić temperaturę spalin co najmniej 343 K (70 °C) przy sondzie.

W przypadku silnika wielocylindrowego z rozgałęzionym kolektorem wylotowym wlot sondy powinien być umieszczony dostatecznie daleko za (w kierunku przepływu) tym kolektorem, aby zapewnić, że próbka reprezentuje średnią emisję spalin z wszystkich cylindrów. W wielocylindrowych silnikach posiadających oddzielne grupy kolektorów, tak jak dla konfiguracji silnika „V”, dopuszcza się pobieranie

próbki z każdej grupy indywidualnie i obliczanie średniej emisji spalin. Mogą być używane inne metody, dla których wykazano korelację z metodami wymienionymi wyżej. Do obliczeń emisji spalin musi być użyte całkowite masowe natężenie przepływu spalin silnika.

Jeżeli na skład spalin ma wpływ jakiś układ dodatkowego oczyszczania spalin, próbka spalin musi być pobrana przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) tym urządzeniem w teście etapu I oraz za (w kierunku przepływu) tym urządzeniem w teście etapu II.

6.3.5.2. Przepływ spalin rozcieńczonych

Kiedy jest używany układ rozcieńczenia przepływu całkowitego należy stosować podane niżej warunki techniczne.

Przewód spalin między silnikiem a układem rozcieńczenia pełnego przepływu powinien odpowiadać wymaganiom podanym w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.

Sonda(y) do poboru próbek składników gazowych powinna(y) być umieszczona(e) w punkcie, w którym powietrze rozcieńczające i spaliny są dobrze wymieszane i w bliskiej odległości od sondy pobierającej próbkę cząstek stałych.

Pobieranie próbek może być przeprowadzone dwoma sposobami:

- 1) zanieczyszczenia są pobierane z całego cyklu do worka poboru spalin i następnie mierzone po zakończeniu testu;
- 2) zanieczyszczenia są pobierane w sposób ciągły i całkowane w całym cyklu; metoda ta jest obowiązkowa dla HC i NO_x.

Próbki tła pobiera się do worka pomiarowego przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) tunelem rozcieńczającym i odejmuje określone stężenie od stężenia emisji zgodnie z pkt 2.2.3.

6.4. Oznaczanie cząstek stałych

Oznaczanie cząstek stałych wymaga stosowania układu rozcieńczania. Rozcieńczenie może być zrealizowane przez układ rozcieńczenia przepływu częściowego lub układ rozcieńczenia przepływu całkowitego. Wydajność przepływu w układzie rozcieńczającym powinna być na tyle duża, aby całkowicie wyeliminować kondensację wody w układach rozcieńczania i pobierania próbek oraz utrzymywać temperaturę rozcieńczonych spalin bezpośrednio przed (w kierunku przeciwnym do przepływu) obudową filtrów w przedziale między 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C). Dozwolone jest zmniejszenie wilgotności powietrza rozcieńczającego przed wejściem do układu rozcieńczającego, jeżeli wilgotność powietrza jest wysoka. Zaleca się wstępne podgrzewanie powietrza rozcieńczającego do temperatury powyżej 303 K (30 °C), jeśli temperatura otoczenia jest poniżej 293 K (20 °C). Jednak temperatura powietrza rozcieńczającego nie może przekroczyć 352 K (52 °C) przed wejściem spalin do tunelu rozcieńczania.

Sonda pobierająca próbki cząstek stałych musi być zamocowana blisko sondy do poboru składników gazowych, przy czym zamocowanie powinno spełniać wymagania określone w pkt 6.3.5.

W celu określenia masy cząstek stałych są wymagane: układ do poboru próbki tych cząstek, filtry cząstek, waga analityczna i komora wagowa o kontrolowanej temperaturze i wilgotności.

Warunki techniczne dla układu rozcieńczenia przepływu częściowego

Układ rozcieńczenia przepływu częściowego powinien być tak zaprojektowany, aby rozdzielać strumień spalin na dwie części, z których mniejsza jest rozcieńczana powietrzem i następnie używana do pomiaru cząstek stałych. Z tego powodu jest istotne, aby stopień rozcieńczenia był określony bardzo dokładnie. Można stosować różne sposoby rozdzielania, jednak typ użytego rozdzielania narzuca w znaczącym stopniu, jakie urządzenia i procedury próbkowania mają być użyte (załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.2.1.1).

Do sterowania układem rozcieńczenia przepływu częściowego wymagana jest szybka odpowiedź tego układu. Czas przekształcenia dla układu określa się zgodnie z procedurą opisaną w pkt 7.11.1.

Jeśli łączny czas przekształcenia dla pomiaru przepływu spalin (patrz punkt poprzedni) i układu przepływu częściowego jest krótszy niż 0,3 s, to może być stosowane sterowanie bezpośrednie (on-line). Jeśli czas przekształcenia przekracza 0,3 s, to musi być stosowane sterowanie na zasadzie przewidywania (look ahead) na podstawie przebiegu testu zarejestrowanego wstępnie. W tym przypadku czas narastania powinien być ≤ 1 s i czas opóźnienia dla zestawu ≤ 10 s.

Całkowita odpowiedź układu powinna być tak zaprojektowana, aby zapewnić reprezentatywną próbkę cząstek stałych G_{SE} , proporcjonalną do masowego przepływu spalin. W celu określenia proporcjonalności przeprowadza się analizę regresji G_{SE} względem G_{EXHW} z częstotliwością akwizycji co najmniej 5 Hz. Powinny być spełnione następujące kryteria:

- 1) współczynnik korelacji r^2 regresji liniowej między G_{SE} i G_{EXHW} powinien być mniejszy niż 0,95;
- 2) standardowy błąd oceny G_{SE} względem G_{EXHW} nie może przekroczyć 5 % minimalnej wartości G_{SE} ;
- 3) rzędna punktu przecięcia linii regresji z osią G_{SE} nie może przekroczyć ± 2 % wartości maksymalnej G_{SE} .

Można wykonać test wstępny i stosować sygnał masowego natężenia przepływu w tym teście do sterowania przepływem próbki cząstek stałych (sterowanie na zasadzie przewidywania (look ahead)). Tego rodzaju postępowanie jest wymagane, jeśli czas przekształcenia dla układu cząstek stałych $t_{50,P}$ i/lub czas przekształcenia dla sygnału masowego przepływu spalin $t_{50,F}$ są $> 0,3$ s. Uzyskuje się właściwe sterowanie układem rozcieńczenia przepływu częściowego, gdy wykres $G_{EXHW,pre}$ w funkcji czasu dla testu wstępnego, który służy do sterowania G_{SE} , jest przesunięty o czas „przewidywania” $t_{50,P} + t_{50,F}$.

W celu ustalenia korelacji między G_{SE} i G_{EXHW} należy stosować dane uzyskane podczas właściwego testu, przy czym czas dla G_{SE} powinien być przesunięty w stosunku do G_{EXHW} o $t_{50,F}$ (czas $t_{50,P}$ nie jest uwzględniany przy przesunięciu czasowym). Oznacza to, że przesunięcie czasowe między G_{EXHW} i G_{SE} jest różnicą w ich czasach przekształcenia określonych w pkt 8.6.

Dla układów rozcieńczenia przepływu częściowego dokładność przepływu próbki GSE ma specjalne znaczenie w przypadku, gdy nie jest on mierzony bezpośrednio, lecz określony na podstawie pomiaru różnicy przepływów:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

W tym przypadku dokładność ± 2 % dla G_{TOTW} i G_{DILW} jest niedostateczna do zapewnienia akceptowalnej dokładności G_{SE} . Jeśli przepływ gazu jest określony przez pomiar różnicowy przepływów, błąd maksymalny różnicy powinien być taki, aby dokładność G_{SE} była zawarta w granicach ± 5 %, gdy stopień rozcieńczenia jest mniejszy niż 15. Błąd ten może być obliczony jako pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów błędów każdego urządzenia.

Akceptowalna dokładność G_{SE} może być uzyskana jedną z następujących metod:

- 1) dokładności bezwzględne G_{TOTW} i G_{DILW} są $\pm 0,2$ %, co zapewnia dokładność $G_{SE} \leq 5$ % przy stopniu rozcieńczenia 15; jednakże większe błędy wystąpią przy wyższych stopniach rozcieńczenia;
- 2) wzorcowanie G_{DILW} względem G_{TOTW} jest przeprowadzone w ten sposób, że uzyskiwane są takie same dokładności dla G_{SE} jak podane w pkt 1; szczegóły tego wzorcowania są podane w pkt 8.6;
- 3) dokładność dla G_{SE} jest określana pośrednio z dokładności dla stopnia rozcieńczenia określonego za pomocą gazu znakującego, np. CO_2 ; w tym przypadku są także wymagane dla G_{SE} dokładności równoważne podanym w metodzie 1);
- 4) dokładności bezwzględne G_{TOTW} i G_{DILW} są w granicach ± 2 % pełnej skali, błąd maksymalny różnicy między G_{TOTW} a G_{DILW} jest zawarty w granicach 0,2 % i błąd liniowości jest zawarty w granicach $\pm 0,2$ % największej wartości G_{TOTW} zaobserwowanej podczas testu.

6.4.1. Filtry do pobierania cząstek stałych

6.4.1.1. Wymagania techniczne dla filtru

Do testów certyfikacji wymagane są filtry z włókna szklanego pokryte fluoropochodnymi węglowodorów lub filtry membranowe na bazie fluoropochodnych węglowodorów. Dla specjalnych zastosowań mogą być użyte inne materiały filtracyjne. Wszystkie typy filtrów powinny mieć skuteczność zatrzymywania co najmniej 99 % cząstek DOP (ftalan dioktylu) o wymiarach 0,3 μm przy prędkości gazu od 35 cm/s do 100 cm/s.

Kiedy przeprowadzane są testy porównawcze pomiędzy laboratoriami lub pomiędzy producentem i jednostką homologującą, muszą być używane filtry o identycznej jakości.

6.4.1.2. Rozmiar filtru

Filtry cząstek stałych powinny mieć minimalną średnicę 47 mm (średnica czynna 37 mm). Dopuszczalne są filtry o większej średnicy (pkt 6.4.1.5).

6.4.1.3. Filtr pierwotny i wtórny

Próbki z rozcieńczonych spalin powinny być pobierane za pomocą pary filtrów umieszczonych szeregowo (jeden pierwotny i jeden wtórny) podczas sekwencji testu. Filtr wtórny powinien być umieszczony nie dalej niż 100 mm za (w kierunku przepływu) filtrem pierwotnym i nie powinien mieć z nim kontaktu. Filtry można ważyć oddzielnie lub jako parę filtrów złożonych stronami zapalającymi do siebie.

6.4.1.4. Prędkość przepływu przez filtr

Prędkość czoła gazu przepływającego przez filtr powinna wynosić od 35 do 100 cm/s. Przyrost spadku ciśnienia pomiędzy początkiem i końcem testu powinien być nie większy niż 25 kPa.

6.4.1.5. Obciążenie filtru

Minimalne zalecane obciążenia dla najczęściej stosowanych wymiarów filtrów są podane w tabeli niżej. Dla filtrów o większych wymiarach minimalne obciążenie powinno wynosić 0,065 mg/1 000 mm² powierzchni czynnej.

Średnica filtru (mm)	Zalecana średnica czynna (mm)	Zalecane obciążenie minimalne (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

6.4.2. Wymagania techniczne dla komory wagowej i wagi analitycznej

6.4.2.1. Warunki dla komory wagowej

Temperatura komory (lub pokoju), w której filtry cząstek stałych są kondycjonowane i ważone, powinna być utrzymywana w zakresie 295 K (22 °C) \pm 3 K podczas całego okresu kondycjonowania i ważenia filtrów. Wilgotność powinna być utrzymywana w punkcie rosy dla temperatury 282,5 K (9,5 °C) \pm 3 K, zaś wilgotność względna powinna wynosić 45 % \pm 8 %.

6.4.2.2. Ważenie filtrów odniesienia

Środowisko komory (lub pomieszczenia) powinno być wolne od otaczających zanieczyszczeń (takich jak pył), które mogłyby się osadzać na filtrach cząstek stałych podczas ich stabilizacji. Zakłócenia warunków w komorze wagowej wymienionych w pkt 6.4.2.1 są dopuszczalne, jeżeli czas ich trwania nie przekracza 30 minut. Pomieszczenie wagowe powinno spełnić żądane wymagania techniczne przed wejściem personelu do środka. Co najmniej dwa nieużywane filtry odniesienia lub dwie pary filtrów odniesienia powinny być ważone w ciągu czterech godzin, lecz najlepiej w tym samym czasie co filtry (pary filtrów) do pobierania próbek. Powinny one mieć ten sam rozmiar i być z tego samego materiału co filtry do pobierania próbek.

Jeżeli średnia masa filtrów odniesienia (par filtrów odniesienia) zmienia się pomiędzy ważeniami filtrów do pobierania próbki o więcej niż 10 μ g, wtedy wszystkie filtry do pobierania próbek powinny być odrzucone, a test emisji powtórzony.

Jeżeli kryteria stabilności pomieszczenia wagowego, podane w pkt 6.4.2.1, nie są spełnione, lecz ważenie filtru odniesienia (pary filtrów) spełnia wyżej podane kryteria, producent silnika ma do wyboru — zaakceptować masy filtrów do pobierania próbek albo unieważnić test i powtórzyć go po naprawie układu regulacji pomieszczenia wagowego.

6.4.2.3. Waga analityczna

Waga analityczna użyta do określania ciężaru wszystkich filtrów powinna mieć podaną przez producenta dokładność wskazań (odchylenie standardowe) 2 μ g i rozdzielczość 1 μ g (1 działka = 1 μ g).

6.4.2.4. Eliminacja wpływu elektryczności statycznej

Aby wyeliminować oddziaływania elektryczności statycznej, filtry powinny być przed ważeniem zneutralizowane, na przykład za pomocą neutralizatora polonowego lub urządzenia dającego podobny efekt.

6.4.3. Dodatkowe warunki pomiaru cząstek stałych

Wszystkie części układu rozcieńczającego i układu pobierania próbek od przewodu wylotowego aż do obudowy filtrów, które są w kontakcie z nierozcieńczonymi i rozcieńczonymi spalinami, muszą być zaprojektowane tak, aby zminimalizować osadzanie się lub przemianę cząstek stałych. Wszystkie części muszą być wykonane z materiałów przewodzących elektryczność, które nie reagują ze składnikami spalin i muszą być elektrycznie uziemione, aby zapobiec oddziaływaniom elektryczności statycznej.

7. Procedura wzorcowania (NRSC, NRTC)

Procedura wzorcowania jest wspólna dla testów NRSC i NRTC, z wyjątkiem wymagań podanych w pkt 7.11 i 8.6.

7.1. Każdy analizator powinien być wzorcowany tak często, jak to jest konieczne do spełnienia wymagań dokładności niniejszej normy. Metoda wzorcowania, jaka powinna być użyta, jest opisana w niniejszej części załącznika dla analizatorów określonych w pkt 5.4.3.

7.2. Gazy wzorcowe

Dopuszczalny okres przechowywania wszystkich gazów wzorcowych musi być przestrzegany. Ustaloną przez producenta datę utraty ważności gazów wzorcowych rejestruje się.

7.2.1. Gazy robocze

Wymaganą czystość gazów określa się poprzez graniczne zanieczyszczenia, dysponując następującymi gazami do wzorcowania:

- 1) oczyszczony azot
— (zanieczyszczenie $\leq 1\text{ppm C}$, $\leq 1\text{ppm CO}$, $\leq 400\text{ppm CO}_2$, $\leq 0,1\text{ppm NO}$),
- 2) oczyszczony tlen
— (czystość $> 99,5\%$ objętości O_2),
- 3) mieszanina wodoru-hel, ($40 \pm 2\%$ wodoru, reszta helu)
— (zanieczyszczenie $\leq 1\text{ppm C}$, $\leq 400\text{ppm CO}_2$);
- 4) oczyszczone syntetyczne powietrze
— (zanieczyszczenie $\leq 1\text{ppm C}$, $\leq 1\text{ppm CO}$, $\leq 400\text{ppm CO}_2$, $\leq 0,1\text{ppm NO}$)
— (zawartość tlenu między 18% a 21% objętości)

7.2.2. Gazy wzorcowe i gazy wzorcowe dla sprawdzenia punktu końcowego zakresu pomiarowego

Powinny być dostępne mieszaniny gazów posiadające następujący skład chemiczny:

C_3H_8 i oczyszczone syntetyczne powietrze, o którym mowa w pkt 7.2.1;

CO i oczyszczony azot;

NO i oczyszczony azot; ilość NO_2 zawarta w tym gazie wzorcowym nie może przekraczać 5% zawartości NO ;

O_2 i oczyszczony azot;

CO_2 i oczyszczony azot;

CH_4 i oczyszczone syntetyczne powietrze;

C_2H_6 i oczyszczone syntetyczne powietrze.

Uwaga: Dopuszczalne są inne mieszaniny gazów, pod warunkiem że gazy nie reagują między sobą. Rzeczywiste stężenie gazu wzorcowego i gazu do sprawdzania punktu końcowego zakresu pomiarowego (gazu wzorcowego punktu końcowego zakresu pomiarowego) musi zawierać się w granicach $\pm 2\%$ wartości nominalnej.

Wszystkie stężenia gazu wzorcowego powinny być określone objętościowo (procent objętości lub ppm objętości).

Gazy użyte do wzorcowania i sprawdzania punktu końcowego zakresu pomiarowego można także otrzymać za pomocą mieszalnika gazów, przy czym do rozcieńczania należy stosować oczyszczony N_2 lub oczyszczone powietrze syntetyczne. Dokładność urządzenia mieszającego powinna być taka, aby stężenie rozcieńczonych gazów wzorcowych mogło być określone z dokładnością $\pm 2\%$.

7.2.2.1. Dokładność ta oznacza, że gazy pierwotne stosowane do mieszania powinny mieć dokładność co najmniej $\pm 1\%$ powiązaną z krajowymi lub międzynarodowymi wzorcami gazów. Sprawdzenie przeprowadza się w zakresie między 15% a 50% końca skali dla każdego wzorcowania z użyciem urządzenia mieszającego. Dodatkowe sprawdzenie może być przeprowadzone przy użyciu innego gazu wzorcowego, jeśli pierwsze sprawdzenie dało wynik negatywny.

7.2.2.2. Alternatywnie, urządzenie mieszające można również sprawdzać przy użyciu urządzenia, które z natury jest liniowe, np. stosując CLD i gaz NO . Wskazania w punkcie końcowym reguluje się, stosując gaz wzorcowy punktu końcowego zakresu pomiarowego dołączony bezpośrednio do urządzenia. Urządzenie mieszające sprawdza się przy stosowanych nastawach, przy czym wartość nominalną porównuje się ze stężeniem zmierzonym za pomocą urządzenia. W każdym punkcie pomiarowym różnica powinna znajdować się w przedziale $\pm 1\%$ wartości nominalnej.

7.2.2.3. Inne metody zgodne z dobrą praktyką inżynierską mogą być stosowane pod warunkiem, że zostały wcześniej zaakceptowane przez uczestniczącą stronę.

Uwaga. Do określenia krzywej wzorcowania analizatora zaleca się stosowanie precyzyjnego mieszalnika gazów o dokładności $\pm 1\%$. Mieszalnik ten powinien być wzorcowany przez jego wytwórcę.

7.3. Procedura użytkowania analizatorów i układu pobierania próbek

Procedura użytkowania analizatorów powinna być zgodna z określoną w instrukcji producenta dotyczącej uruchomienia i działania przyrządu. Minimalne wymagania określone w pkt od 7.4 do 7.9 powinny być uwzględnione.

7.4. Próba szczelności

Powinna zostać wykonana próba szczelności. Odłącza się sondę od układu wydechowego i zaślepia końcówką. Włącza się pompę analizatora. Po początkowym okresie stabilizacji wszystkie przepływomierze powinny wskazywać zero. Jeżeli nie wykazują, linie pobierania próbek powinny być sprawdzone, a nieszczelności usunięte. Maksymalna dopuszczalna intensywność przecieku po stronie podciśnienia wynosi $0,5\%$ wielkości natężenia przepływu wykorzystywanego w części układu, która jest sprawdzana. Do oce-

ny natężenia wykorzystywanych przepływów można użyć przepływów analizatora i przepływów kanału bocznikowego.

Inną metodą niż określona powyżej jest wprowadzenie skokowej zmiany stężenia na początku linii pobierania próbek przez przełączanie z gazu zerowego na gaz wzorcowy danego zakresu pomiarowego. Jeżeli po odpowiednim okresie odczyt pokazuje niższe stężenie w porównaniu ze stężeniem wprowadzonym, oznacza to, że wzorcowanie jest nieprawidłowo wykonane lub wystąpiły przecieki.

7.5. Procedura wzorcowania

7.5.1. Zestaw aparatury

Zestaw aparatury powinien być wzorcowany, krzywe wzorcowania zaś sprawdzone gazami wzorcowymi. Stosuje się takie same natężenia przepływu gazów jak podczas pobierania próbek spalin.

7.5.2. Czas wygrzewania

Czas wygrzewania powinien odpowiadać zaleceniom producenta; jeżeli czas ten nie został określony, zaleca się minimum dwugodzinne wygrzewanie analizatorów.

7.5.3. Analizator NDIR i HFID

Analizator NDIR powinien być dostrojony, jeśli jest to konieczne, a płomień spalania analizatora HFID powinien być zoptymalizowany (pkt 7.8.1).

7.5.4. Wzorcowanie

Każdy normalnie używany zakres pomiarowy powinien być wzorcowany.

Analizatory CO, CO₂ i NO_x, HC i O₂ powinny być ustawione na zero, przy użyciu oczyszczonego syntetycznego powietrza (lub azotu).

Do analizatorów powinny być wprowadzane odpowiednie gazy wzorcowe oraz wartości zapisane, a krzywe wzorcowania wyznaczone zgodnie z pkt 7.5.5.

Jeżeli jest to konieczne, ustawienie zera powinno być sprawdzone ponownie, a procedura wzorcowania powtórzona.

7.5.5. Wyznaczanie krzywej wzorcowania

7.5.5.1. Ogólne wytyczne

Krzywa wzorcowania analizatora jest wyznaczana przez co najmniej sześć punktów wzorcowania (wyłączając zero) rozmieszczonych tak równomiernie, jak to możliwe. Najwyższe nominalne stężenie powinno być równe lub wyższe 90 % pełnej skali. Krzywą wzorcowania oblicza się z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów. Jeżeli otrzymany stopień wielomianu jest większy niż trzy, liczba punktów wzorcowania (włączając zero) musi być co najmniej równa stopniowi wielomianu plus dwa. Krzywa wzorcowania nie może się różnić o więcej niż ± 2 % od nominalnej wartości każdego punktu wzorcowania i o więcej niż ± 3 % pełnej skali przy wartości zerowej.

Na podstawie krzywej wzorcowania i punktów wzorcowania można sprawdzić, czy wzorcowanie przeprowadzono poprawnie; powinny być podane parametry charakterystyczne analizatora, a w szczególności:

- 1) zakres pomiarowy;
- 2) czułość;
- 3) data przeprowadzenia wzorcowania.

7.5.5.2. Wzorcowanie poniżej 15 % pełnej skali

Krzywa wzorcowania analizatora powinna być wyznaczona przez co najmniej dziesięć punktów wzorcowania (wyłączając zero) rozmieszczonych tak, że 50 % punktów wzorcowania znajduje się poniżej 10 % pełnej skali.

Krzywą wzorcowania oblicza się metodą najmniejszych kwadratów.

Krzywa wzorcowania nie może się różnić o więcej niż ± 4 % od nominalnej wartości każdego punktu wzorcowania i o więcej niż ± 3 % pełnej skali przy wartości zerowej.

7.5.5.3. Metody alternatywne

Jeżeli można wykazać, że techniki alternatywne, w szczególności komputer, elektronicznie sterowany przełącznik zakresu, mogą dać równorzędną dokładność, można zastosować te techniki.

7.6. Weryfikacja wzorcowania

Każdy normalnie używany zakres wzorcowania powinien być sprawdzony przed każdą analizą zgodnie z następującą procedurą:

- 1) wzorcowanie sprawdza się przy użyciu gazu zerowego i gazu wzorcowego danego zakresu pomiarowego o nominalnej wartości przekraczającej 80 % pełnej skali;

2) jeżeli dla dwóch rozważanych punktów uzyskana wartość nie różni się od deklarowanej wartości odniesienia więcej niż o 4 % pełnej skali, mogą być zmienione parametry regulacyjne. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, powinna być wyznaczona nowa krzywa wzorcowania zgodnie z pkt 7.5.4.

7.7. Próba sprawności konwertora NO_x

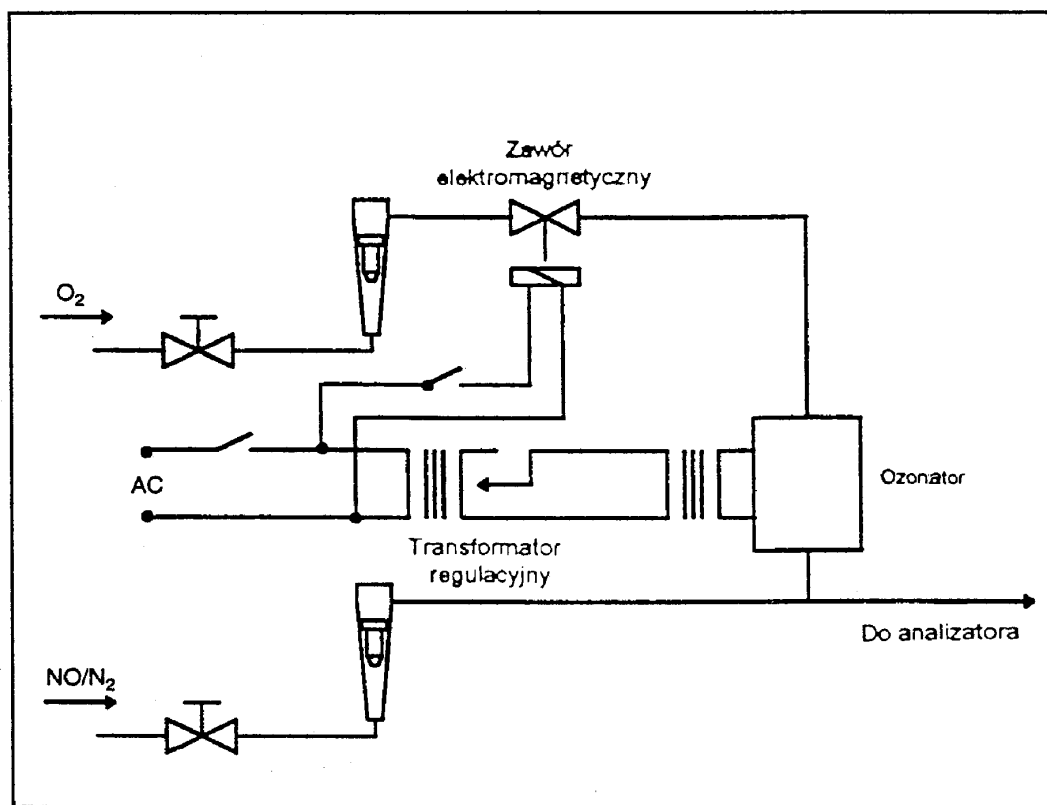
Sprawność konwertora użytego do przemiany NO₂ w NO powinna być badana zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt od 7.7.1 do 7.7.8 (rysunek 1).

7.7.1. Układ pomiarowy

Sprawność konwertora może być zbadana za pomocą ozonatora przy zastosowaniu układu pomiarowego przedstawionego na rysunku 1 i poniższej procedury.

Rysunek 1

Schemat urządzenia do badania sprawności konwertora NO₂



7.7.2. Wzorcowanie

CLD i HCLD powinny być wzorcowane w najczęściej stosowanym zakresie działania zgodnie z wymaganiami producenta przy użyciu gazu zerowego i gazu wzorcowego punktu końcowego danego zakresu pomiarowego, w którym zawartość NO wynosi około 80 % zakresu roboczego, a stężenie NO₂ w mieszaninie gazów jest mniejsze niż 5 % koncentracji NO. Analizator NO_x powinien działać w trybie pracy NO, tak aby gaz wzorcowy nie przechodził przez konwerter. Wskazaną wartość stężenia rejestruje się.

7.7.3. Obliczanie

Sprawność konwertora NO_x oblicza się w następujący sposób:

$$\text{Sprawność (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d}\right) \times 100$$

a — stężenie NO_x zgodnie z pkt 7.7.6

b — stężenie NO_x zgodnie z pkt 7.7.7

c — stężenie NO zgodnie z pkt 7.7.4

d — stężenie NO zgodnie z pkt 7.7.5

7.7.4. Dodawanie tlenu

Tlen lub powietrze zerowe jest dodawane w sposób ciągły przez trójnik do strumienia gazu, aż wskazywane stężenie wyniesie w przybliżeniu o 20 % mniej niż wskazywane stężenie wzorcowania podane w pkt 7.7.2 (analizator jest w trybie pracy NO).

Wskazywane stężenie „c” należy zarejestrować. Ozonator utrzymywany jest w stanie nieaktywnym w czasie tego procesu.

7.7.5. Aktywacja ozonatora

Ozonator należy uaktywnić, aby wytworzyć ilość ozonu wystarczającą do obniżenia stężenia NO do około 20 % (minimum 10 %) stężenia podanego w pkt 7.7.2. Wskazywane stężenie (d) należy zarejestrować.

7.7.6. Tryb NO_x

Analizator NO jest wówczas przełączony na tryb pracy NO_x tak, że mieszanina gazów (składająca się z NO, NO₂, O₂ i N₂) przechodzi teraz przez konwertor. Wskazywane stężenie (a) należy zarejestrować (analizator jest w trybie pracy NO_x).

7.7.7. Wyłączenie ozonatora

Ozonator jest teraz wyłączony. Mieszanina gazów opisana w pkt 7.7.6 przepływa przez konwertor do detektora. Wskazywane stężenie (b) należy zarejestrować. (Analizator jest w trybie pracy NO_x).

7.7.8. Tryb NO

Przełączyć na tryb NO z ozonatorem wyłączonym; przepływ tlenu lub syntetycznego powietrza jest także odcięty. Odczyt NO_x z analizatora nie powinien różnić się więcej niż o ±5 % od wartości zmierzonej zgodnie z pkt 7.7.2 (analizator jest w trybie pracy NO).

7.7.9. Częstotliwość sprawdzania

Sprawność konwertora należy sprawdzać przed każdym wzorcowaniem analizatora NO_x.

7.7.10. Wymagana sprawność

Sprawność konwertora nie powinna być mniejsza niż 90 %, lecz sprawność wyższa niż 95 % jest usilnie zalecana.

Uwaga: Jeżeli dla analizatora pracującego w najczęściej stosowanym zakresie pomiarowym ozonator nie może dać redukcji z 80 % do 20 % zgodnie z pkt 7.7.5, wtedy należy zastosować najwyższy zakres, który będzie dawał taką redukcję.

7.8. Regulacja FID

7.8.1. Optymalizacja odpowiedzi detektora

HFID musi być wyregulowany według wymagań wytwórcy przyrządu. Jako gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego do optymalizacji odpowiedzi w najczęściej używanym zakresie roboczym należy zastosować propan w powietrzu.

Przy natężeniu przepływu paliwa i przepływu powietrza ustawionymi według zaleceń wytwórcy, do analizatora powinien być wprowadzony gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego o stężeniu 350 ±75 ppm C. Odpowiedź, przy danym natężeniu przepływu paliwa, powinna być określona z różnicy pomiędzy odpowiedzią na gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego i odpowiedzią na gaz zerowy. Natężenie przepływu paliwa powinno być ponadto nastawiane powyżej i poniżej wymaganych przez wytwórcę wartości. Odpowiedzi na gaz wzorcowy i gaz zerowy przy tych natężeniach przepływu paliwa powinny zostać zarejestrowane. Różnica pomiędzy odpowiedziami na gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego i gaz zerowy powinna być przedstawiona na wykresie, a natężenie przepływu paliwa ustawione w zakresie jej wyższych wartości.

7.8.2. Współczynniki odpowiedzi dla węglowodorów

Analizator powinien być wzorcowany przy użyciu propanu rozcieńczonego w powietrzu i oczyszczonego syntetycznego powietrza, zgodnie z pkt 7.5.

Współczynniki odpowiedzi powinny być określone przy wprowadzaniu analizatora do użytkowania i po głównych okresach obsługowych.

Współczynnikiem odpowiedzi (R_f) na poszczególne rodzaje węglowodorów jest stosunek odczytu FID wyrażonego jako C1 do stężenia gazu w butli wyrażonego w ppm C1.

Stężenie stosowanego w teście gazu musi być na poziomie, który daje odpowiedź w pobliżu 80 % pełnej skali. Stężenie musi być znane z dokładnością ±2 % objętościowo w odniesieniu do wzorca sporządzonego metodą wagową. Ponadto butla z gazem musi być wstępnie kondycjonowana przez 24 godziny w temperaturze 298 K (25 °C) ±5 K.

Gazy stosowane w teście i zalecane odpowiadające im zakresy współczynnika odpowiedzi są następujące:

- 1) metan i oczyszczone syntetyczne powietrze: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- 2) propylen i oczyszczone syntetyczne powietrze: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$
- 3) toluen i oczyszczone syntetyczne powietrze: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Podane wartości odnoszą się do współczynnika odpowiedzi (R_f) wynoszącego 1,00 dla propanu i oczyszczonego syntetycznego powietrza.

7.8.3. Sprawdzenie zakłócenia tlenowego powinno być wykonane przy wprowadzaniu analizatora do eksploatacji i po dłuższych przerwach w eksploatacji.

Wybiera się zakres, w którym gazy stosowane do sprawdzenia zakłócenia tlenowego znajdują się w jego górnej połowie. Pomiar przeprowadza się przy wymaganej temperaturze pieca.

7.8.3.1. Gazy do sprawdzania zakłócenia tlenowego.

Gazy do sprawdzania zakłócenia tlenowego powinny zawierać propan o stężeniu węglowodorów 350 ± 75 ppmC. Wartość tego stężenia powinna być określona z dokładnością wymaganą dla gazów wzorcowych przez analizę chromatograficzną całkowitych węglowodorów, włącznie z zanieczyszczeniami, lub przez mieszanie dynamiczne. Azot powinien być zasadniczym rozcieńczalnikiem, zaś pozostałą część powinien stanowić tlen. Mieszanki wymagane do badań silnika o zapłonie samoczynnym są podane niżej.

Stężenie O ₂	Pozostała część
21 (20 do 22)	Azot
10 (9 do 11)	Azot
5 (4 do 6)	Azot

7.8.3.2. Procedura

- 1) zeruje się analizator;
- 2) doprowadza się do analizatora mieszaninę gazów o zawartości 21 % tlenu;
- 3) sprawdza się wskazanie punktu zero. Jeśli uległo ono zmianie o więcej niż ± 1 % pełnej skali, powtarza się czynności wymienione w pkt 1 i 2;
- 4) doprowadza się gazy do sprawdzania zakłócenia tlenowego o zawartości 5 % i 10 % tlenu;
- 5) sprawdza się wskazanie punktu zero. Jeśli uległo ono zmianie o więcej niż ± 1 % pełnej skali, test należy powtórzyć;
- 6) zakłócenie tlenowe (%O₂I) oblicza się dla każdej mieszaniny podanej w pkt 4 na podstawie wzoru:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

B — stężenie węglowodorów (ppmC) w gazach do sprawdzania zakłócenia tlenowego stosowanych w pkt 4;

C — odpowiedź analizatora;

$$(ppmC) = \frac{A}{D}$$

A — stężenie węglowodorów (ppmC) w gazie punktu końcowego zakresu pomiarowego stosowanym w pkt 2;

D — odpowiedź analizatora wyrażona jako procent jego pełnej skali;

7) zakłócenie tlenowe (%O₂I) powinno być mniejsze niż ± 3 % dla wszystkich gazów wymaganych do sprawdzania tego zakłócenia przed testem;

8) jeżeli zakłócenie tlenowe jest większe niż ± 3 %, to reguluje się w sposób narastający przepływ powietrza powyżej i poniżej wartości ustalonej przez wytwórcę i powtarza czynności podane w pkt 7.8.1 dla każdego przepływu;

9) jeśli zakłócenie tlenowe jest w dalszym ciągu większe niż ± 3 %, to analizator, paliwo do FID lub powietrze palnika powinny być naprawione lub wymienione przed testem. Czynności wymienione w pkt 7.8.1 powtarza się po naprawie lub wymianie urządzenia lub gazów.

7.9. Efekty zakłócenia w analizatorach NDIR i CLD

Gazy obecne w spalinach inne niż dany gaz poddawany analizie mogą zakłócać odczyt na kilka sposobów. Zakłócenie pozytywne pojawia się w urządzeniach NDIR, gdy gaz zakłócający wywołuje ten sam efekt jak gaz podlegający pomiarowi, lecz w mniejszym stopniu. Zakłócenie negatywne pojawia się w urządzeniach NDIR, gdy gaz zakłócający rozszerza pasmo absorpcji mierzonego gazu, oraz w urządzeniach CLD, gdy gaz zakłócający tłumi promieniowanie. Sprawdzanie zakłóceń wymienionych w pkt 7.9.1 i 7.9.2 powinno być przeprowadzone przed pierwszym użyciem analizatorów oraz po głównych okresach obsługowych.

7.9.1. Sprawdzanie zakłóceń w analizatorze CO

Woda i CO₂ mogą zakłócać wskazania analizatora CO. Dlatego gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego CO₂ o stężeniu CO₂ od 80 % do 100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego użytego podczas sprawdzania powinien być przepuszczony w formie pęcherzyków przez wodę o pokojowej temperaturze, a odpowiedź analizatora zarejestrowana. Odpowiedź analizatora nie może być większa niż 1 % pełnej skali dla zakresów równych lub powyżej 300 ppm i większa od 3 ppm dla zakresów poniżej 300 ppm.

7.9.2. Sprawdzanie tłumienia w analizatorze NO_x

Dwoma gazami brany pod uwagę dla analizatorów CLD (i HCLD) są CO₂ i para wodna. Odpowiedzi tłumienia tych gazów są proporcjonalne do ich stężenia i dlatego wymagają technik badawczych pozwalających wyznaczyć tłumienie przy najwyższych spodziewanych stężeniach spotykanych podczas badań.

7.9.2.1. Sprawdzanie tłumienia wywołanego przez CO₂

Gaz wzorcowy dla punktu końcowego zakresu pomiarowego CO₂ o stężeniu od 80 do 100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego powinien być przepuszczony przez analizator NDIR, a wartość CO₂ zarejestrowana jako A. Następnie powinien on być rozcieńczony o około 50 % gazem wzorcowym NO zakresu pomiarowego i przepuszczony przez NDIR i (H)CLD z rejestracją wartości CO₂ i NO odpowiednio jako B i C. Należy odciąć CO₂ i przepuścić sam gaz zakresu pomiarowego NO przez (H)CLD, a wartość NO zarejestrować jako D. Tłumienie powinno być obliczone w następujący sposób:

$$\% \text{ tłumienia CO}_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

i nie może być większe niż 3 % pełnej skali,

gdzie:

A — stężenie nierozcieńczonego CO₂ zmierzone za pomocą NDIR %

B — stężenie rozcieńczonego CO₂ zmierzone za pomocą NDIR %

C — stężenie rozcieńczonego NO zmierzone za pomocą CLD ppm

D — stężenie nierozcieńczonego NO zmierzone za pomocą CLD ppm

7.9.2.2. Sprawdzenie tłumienia przez wodę

Sprawdzenie tłumienia przez wodę ma zastosowanie jedynie przy pomiarach stężenia gazu mokrego. Obliczenie tłumienia przez wodę ma zastosowanie jedynie przy pomiarach stężenia gazu mokrego. Obliczenie tłumienia przez wodę uwzględnia rozcieńczenie gazu wzorcowego NO dla punktu końcowego zakresu pomiarowego parą wodną i dostosowanie stężenia pary wodnej w mieszaninie do spodziewanego stężenia podczas badań. Gaz wzorcowy NO punktu końcowego zakresu pomiarowego o stężeniu od 80 % do 100 % pełnej skali normalnego zakresu roboczego powinien być przepuszczony przez (H)CLD, a wartość NO zarejestrowana jako D. Następnie gaz wzorcowy NO powinien być przepuszczony w formie pęcherzyków przez wodę o temperaturze pokojowej oraz przejść przez (H)CLD, a wartość NO należy zarejestrować jako C. Temperaturę wody określa się i rejestruje jako F. Ciśnienie nasycenia mieszaniny, które odpowiada temperaturze (F) wody płuczek, powinno być określone i zarejestrowane jako G. Stężenie pary wodnej (w %) w mieszaninie powinno być obliczane w następujący sposób:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

i zarejestrowane jako H. Spodziewane stężenie rozcieńczonego gazu wzorcowego zakresu pomiarowego NO (w parze wodnej) powinno być obliczone w następujący sposób:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

i zarejestrowane jako De. Dla spalin silnika o zapłonie samoczynnym maksymalne stężenie pary wodnej w spalinach (w %) oczekiwane podczas badań powinno być oszacowane — przy założeniu, że stosunek atomów H/C paliwa wynosi 1,8 do 1,0, na podstawie maksymalnego stężenia CO₂ lub stężenia nierozcieńczonego gazu wzorcowego zakresu pomiarowego CO₂ (A, zmierzonego zgodnie z pkt 7.9.2.1) w następujący sposób:

$$H_m = 0,9 \times A$$

Tłumienie wywołane przez wodę powinno być obliczone w następujący sposób:

$$\% \text{ tłumienia } H_2O = 100 \times \left(\frac{De - C}{De} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

i nie może być większe niż 3 % pełnej skali,

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

De — spodziewane stężenie rozcieńczonego NO (ppm),

C — stężenie rozcieńczonego NO (ppm),

H_m — maksymalne stężenie pary wodnej (%),

H — aktualne stężenie pary wodnej (%)

Uwaga: Istotne jest, aby w gazie wzorcowym zakresu pomiarowego NO, stosowanym w tym sprawdzaniu, stężenie NO₂ było minimalne, gdyż absorpcja NO₂ przez wodę nie została uwzględniona w obliczeniach tłumienia.

7.10. Okresy między wzorcowaniami. Analizatory powinny być wzorcowane, zgodnie z pkt 7.5, przynajmniej co każde trzy miesiące lub kiedy tylko układ był naprawiany lub zmieniany tak, że mogło to wpłynąć na wzorcowanie.

7.11. Wymagania dodatkowe dla wzorcowania przy pomiarach spalin nierozcieńczonych w teście NRTC

7.11.1. Nastawy układu podczas oceny czasu odpowiedzi (tzn. ciśnienie, natężenie przepływu, nastawy filtru w analizatorach i inne wpływające na czas odpowiedzi) powinny być dokładnie takie same jak podczas pomiarów w teście. Określenie czasu odpowiedzi przeprowadza się z gazem dołączonym bezpośrednio do wlotu sondy do poboru próbki. Włączenie gazu powinno nastąpić w czasie krótszym niż 0,1 s. Gazy stosowane w teście powinny powodować zmianę stężenia o co najmniej 60 % pełnej skali.

Przebiegi stężenia każdego pojedynczego składnika gazowego należy zarejestrować. Czas odpowiedzi jest zdefiniowany jako różnica w czasie między włączeniem gazu a odpowiednią zmianą zarejestrowanego stężenia. Czas odpowiedzi układu (t₉₀) składa się z czasu opóźnienia dopływu do detektora pomiarowego i czasu narastania w tym detektorze. Czas opóźnienia jest zdefiniowany jako czas upływający od początku zmiany (t₀) do osiągnięcia 10 % odczytu końcowego (t₁₀). Czas narastania jest zdefiniowany jako czas między odpowiedzią równą 10 % a 90 % odczytu końcowego (t₉₀—t₁₀).

W celu zsynchronizowania w czasie sygnałów analizatora i przepływu spalin w przypadku pomiaru spalin nie rozcieńczonych czas przekształcenia jest zdefiniowany jako czas upływający między początkiem zmiany (t₀) a odpowiedzią równą 50 % odczytu końcowego (t₅₀).

Odpowiedź układu powinna być ≤10 s z czasem narastania ≤ 2,5 s dla wszystkich zanieczyszczeń kontrolowanych (CO, NO_x, HC) i wszystkich stosowanych zakresów.

7.11.2. Wzorcowanie analizatora gazu znakującego do pomiaru przepływu spalin

Analizator do pomiaru stężenia gazu znakującego, jeśli jest stosowany, powinien być wzorcowany za pomocą gazu wzorcowego.

Krzywa wzorcowania powinna być wyznaczona na podstawie co najmniej 10 punktów wzorcowania (z wyłączeniem zero) tak rozmieszczonych, by ich połowa znajdowała się w przedziale między 4 % a 20 %, a część pozostała między 20 % a 100 % pełnej skali analizatora. Krzywa wzorcowania powinna być określona metodą najmniejszych kwadratów.

Krzywa wzorcowania nie może różnić się o więcej niż ± 1 % pełnej skali od wartości nominalnej dla każdego punktu wzorcowania w zakresie od 20 % do 100 % pełnej skali. Nie może także różnić się o więcej niż ± 2 % pełnej skali od wartości nominalnej w zakresie od 4 % do 20 % pełnej skali.

Analizator zeruje się i sprawdza punkt końcowy jego zakresu pomiarowego przed testem, stosując gaz zerowy i gaz wzorcowy punktu końcowego, którego wartość nominalna jest większa niż 80 % pełnej skali.

8. Wzorcowanie układu pomiarowego cząstek stałych

8.1. Wprowadzenie

Każdy element składowy powinien być wzorcowany tak często, jak to jest niezbędne do spełnienia wymagań dokładności niniejszej normy. Metoda wzorcowania, której należy użyć, jest opisana w niniejszym akapicie dla elementów wskazanych w pkt 5.5 i w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 8.

8.2. Pomiar natężenia przepływu

Wzorcowanie przepływomierzy gazu lub oprzyrządowania do pomiaru natężenia przepływu powinno być powiązane z normami krajowymi lub międzynarodowymi.

Maksymalny błąd wartości mierzonej powinien zawierać się w granicach ± 2 % odczytu.

Dla układów rozcieńczania przepływu częściowego, dokładność natężenia przepływu próbki GSE jest szczególnie istotna, jeżeli nie jest ono mierzone bezpośrednio, lecz przez pomiar różnicowy:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

W tym przypadku dokładność 2 % dla G_{TOTW} i G_{DILW} jest niedostateczna do zapewnienia akceptowalnej dokładności G_{SE} . Jeśli przepływ gazu jest określony przez pomiar różnicowy przepływów, błąd maksymalny różnicy powinien być taki, aby dokładność G_{SE} była zawarta w granicach 5 %, gdy stopień rozcieńczenia jest mniejszy niż 15. Błąd ten może być obliczony jako pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów błędów każdego urządzenia.

8.3. Sprawdzenie stopnia rozcieńczenia

Przy zastosowaniu układów pobierania próbek cząstek stałych bez EGA stopień rozcieńczenia powinien być sprawdzony w czasie instalacji każdego nowego silnika podczas jego pracy w oparciu o pomiary stężenia CO_2 lub NO_x w surowych i rozcieńczonych spalinach.

Zmierzony stopień rozcieńczenia powinien zawierać się w granicach ± 10 % stopnia rozcieńczenia, obliczonego z pomiaru koncentracji CO_2 lub NO_x .

8.4. Sprawdzenie warunków częściowego przepływu

Zakres prędkości spalin i wahania ciśnienia powinny być sprawdzone i wyregulowane, o ile mają zastosowanie.

8.5. Okresy między wzorcowaniami

Oprzyrządowanie do pomiarów przepływu powinno być wzorcowane przynajmniej raz na trzy miesiące lub gdy wprowadzono zmiany w układzie, które mogłyby wpłynąć na wzorcowanie.

8.6. Wymagania dodatkowe dla wzorcowania układów rozcieńczenia przepływu częściowego

8.6.1. Wzorcowanie okresowe

Jeśli przepływ próbki gazu jest określony przez pomiar różnicowy, przepływomierz lub przyrządy pomiarowe powinny być wzorcowane według jednej z następujących procedur, które zapewniają, że natężenie przepływu próbki G_{SE} do tunelu spełnia wymagania dokładności podane w pkt 6.4.

Przepływomierz do pomiaru G_{DILW} jest połączony szeregowo z przepływomierzem do pomiaru G_{TOTW} , różnica między obu przyrządami jest określona co najmniej w 5 punktach o wartościach przepływu równomiernie rozmieszczonych między wartością najmniejszą G_{DILW} stosowaną w teście a wartością G_{TOTW} stosowaną w teście. Tunel rozcieńczający może być ominięty.

Wzorcowany przyrząd do pomiaru natężenia przepływu jest połączony szeregowo z przepływomierzem do pomiaru G_{TOTW} i sprawdzana jest dokładność dla wartości stosowanej w teście. Następnie przyrząd do pomiaru natężenia przepływu jest łączony szeregowo z przepływomierzem do pomiaru G_{DILW} i dokładność jest sprawdzana co najmniej przy 5 nastawach odpowiadających współczynnikowi rozcieńczenia zawartemu między 3 a 50, w stosunku do G_{TOTW} stosowanego podczas testu.

Przewód przesyłający TT jest odłączony od przewodu wylotowego spalin. Zostaje do niego podłączony przyrząd do pomiaru natężenia przepływu o zakresie odpowiednim do pomiaru G_{SE} . Następnie ustawia się wartość G_{TOTW} stosowaną podczas testu i ustawia się kolejno co najmniej 5 wartości G_{DILW} odpowiadających współczynnikowi rozcieńczenia q zawartemu między 3 a 50. Alternatywnie można stosować również specjalny tor do wzorcowania przepływu, w którym tunel jest ominięty, lecz cały przepływ powietrza i przepływ powietrza rozcieńczającego przez odpowiednie mierniki są utrzymywane podobnie jak w rzeczywistym teście.

Gaz znakujący doprowadza się do przewodu przesyłającego TT. Gazem tym może być składnik spalin, np. CO_2 lub NO_x . Po rozcieńczeniu w tunelu mierzy się zawartość gazu znakującego. Pomiar przeprowadza

się dla 5 współczynników rozcieńczenia zawartych między 3 a 50. Dokładność natężenia przepływu próbki określa się na podstawie współczynnika rozcieńczenia q :

$$G_{SE} = G_{TOTW}/q$$

W celu zapewnienia właściwej dokładności G_{SE} należy uwzględnić dokładności analizatorów gazowych.

8.6.2. Sprawdzenie przepływu węgla

Zaleca się sprawdzenie przepływu węgla przy użyciu rzeczywistych spalin w celu wykrycia problemów dotyczących pomiarów i sterowania oraz oceny właściwego działania układu rozcieńczenia przepływu częściowego. Sprawdzenie to przeprowadza się przynajmniej każdorazowo po montażu nowego silnika lub jeśli nastąpiły istotne zmiany w konfiguracji stanowiska pomiarowego.

Silnik powinien pracować przy maksymalnym obciążeniu momentem obrotowym i maksymalnej prędkości obrotowej lub w innych warunkach stacjonarnych, w których wytwarza 5 % lub więcej CO_2 . Układ rozcieńczenia przepływu częściowego powinien pracować przy rozcieńczeniu o współczynniku równym około 15:1.

8.6.3. Sprawdzanie wstępne przed testem

Sprawdzanie wstępne powinno być przeprowadzone w ciągu 2 h poprzedzających test w podany niżej sposób.

Dokładność przepływomierzy sprawdza się tą samą metodą co stosowana do wzorcowania w co najmniej dwóch punktach, w tym dla wartości przepływu G_{DILW} odpowiadających współczynnikowi rozcieńczenia zawartemu między 5 a 15 dla G_{TOTW} stosowanego podczas testu.

Jeśli na podstawie rejestrów prowadzonych dla opisanej wyżej procedury wzorcowania można wykazać, że wzorcowanie przepływomierza pozostaje stabilne przez dłuższy czas, to sprawdzanie wstępne przed testem może być pominięte.

8.6.4. Określenie czasu przekształcenia

Nastawy układu przy ocenie czasu przekształcenia powinny być dokładnie takie same jak podczas pomiarów w teście. Czas przekształcenia określa się za pomocą podanej niżej metody.

Niezależny przepływomierz odniesienia o zakresie pomiarowym właściwym dla przepływu próbki umieszcza się szeregowo blisko sondy i łączy z nią. Przepływomierz ten powinien mieć czas przekształcenia krótszy niż 100 ms dla wielkości przepływu, zmiennych w sposób skokowy, stosowanych przy pomiarze czasu odpowiedzi, przy czym opory przepływu powinny być dostatecznie małe, by nie wpływać na parametry dynamiczne układu rozcieńczenia przepływu częściowego i zostać dobrane zgodnie z dobrą praktyką inżynierską.

Wprowadza się zmianę skokową przepływu spalin (lub przepływu powietrza, jeśli przepływ spalin jest obliczany) w układzie rozcieńczenia przepływu częściowego od wartości małej do 90 % pełnej skali. Należy stosować to samo urządzenie wyzwalające zmianę skokową, które jest stosowane przy sterowaniu na zasadzie przewidywania („look ahead”) w teście rzeczywistym. Impuls skokowej zmiany przepływu spalin i odpowiedź przepływomierza powinny zostać zarejestrowane z częstością akwizycji co najmniej 10 Hz.

Na podstawie tych danych określa się czas przekształcenia dla układu rozcieńczenia przepływu częściowego, który oznacza czas mierzony od początku impulsu zmiany skokowej do osiągnięcia 50 % wartości odpowiedzi przepływomierza. W podobny sposób określa się czas przekształcenia dla sygnału G_{SE} w układzie rozcieńczenia przepływu częściowego i sygnału G_{EXHW} przepływomierza spalin. Sygnały te wykorzystuje się przy sprawdzaniach metodą regresji przeprowadzonych po każdym teście (pkt 6.4).

Obliczenia powtarza się dla co najmniej 5 impulsów wzrostu i spadku, przy czym uzyskane wyniki uśrednia się. Wewnętrzny czas przekształcenia (< 100 ms) przepływomierza odniesienia odejmuje się od obliczonej wartości. W ten sposób określa się wartość „przewidywaną” („look ahead”) dla układu rozcieńczenia przepływu częściowego, którą stosuje się zgodnie z pkt 6.4.

9. Wzorcowanie układu CVS

9.1. Układ CVS wzorcuje się, stosując dokładny przepływomierz i urządzenia do zmiany warunków przepływu.

Przepływ przez układ mierzy się przy różnych jego nastawach. Parametry kontrolne układu powinny być mierzone i odniesione do przepływu.

Można stosować różne typy przepływomierzy, np. wzorcowaną zwężkę, wzorcowany przepływomierz laminarny lub wzorcowany miernik turbinowy.

9.2. Wzorcowanie pompy wyporowej (PDP)

Wszystkie parametry odnoszące się do pompy są mierzone równocześnie z parametrami odnoszącymi się do wzorcowanej zwężki, która jest połączona szeregowo z pompą. Obliczone natężenie przepływu (wyrażone w m^3/min przy wlocie pompy, przy ciśnieniu bezwzględnym i temperaturze bezwzględnej) wykreśla

się następnie w zależności od funkcji korelacji, którą jest wartość specjalnej kombinacji parametrów pompy. Określa się w ten sposób równanie liniowe, które wiąże przepływ pompy i funkcję korelacji. W przypadku gdy CVS posiada napęd o wielu prędkościach, wzorcowanie przeprowadza się dla każdego stosowanego zakresu.

Stała temperatura powinna być utrzymywana podczas wzorcowania.

Przecieki na wszystkich połączeniach i przewodach między zwężką wzorcującą a pompą CVS powinny być mniejsze niż 0,3 % przepływu o najmniejszej wartości (punkt o największych oporach i najmniejszej prędkości PDP).

9.2.1. Analiza danych

Natężenie przepływu powietrza przy każdej nastawie oporów przepływu (minimum 6 punktów) oblicza się w normalnych m³/min z danych przepływomierza, stosując metodę zalecaną przez wytwórcę. Natężenie przepływu przelicza się następnie na przepływ przez pompę (V_0) w m³/obr. przy temperaturze bezwzględnej i ciśnieniu bezwzględnym przy wlocie do pompy według wzoru:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_A}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

Q_s — natężenie przepływu w warunkach normalnych (101,3 kPa, 273 K), (m³/s),

T — temperatura na wlocie do pompy, (K),

p_A — ciśnienie absolutne na wlocie do pompy ($p_B - p_1$), (kPa),

n — prędkość obrotowa pompy, (obr/s).

W celu uwzględnienia zależności między zmianami ciśnienia w pompie i stopniem jej poślizgu wyznacza się następującą funkcję korelacyjną między prędkością pompy, różnicą ciśnienia między wlotem i wylotem pompy oraz ciśnieniem bezwzględnym wylotu pompy:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

Δp_p — różnica ciśnień między wlotem do pompy i wylotem z pompy, (kPa),

p_A — ciśnienie absolutne na wylocie z pompy, (kPa).

Liniowe równanie wzorcowania określa się metodą najmniejszych kwadratów:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

w którym D_0 i m oznaczają odpowiednio rzędną i nachylenie linii regresji.

Dla układu CVS o wielu prędkościach linie wzorcowania określone dla poszczególnych zakresów przepływu powinny być w przybliżeniu równoległe, zaś wartość rzędnej D_0 powinna wzrastać, gdy zakres przepływu maleje.

Wartości obliczone na podstawie równania powinny znajdować się w przedziale $\pm 0,5$ % wartości zmierzonej V_0 . Wartości m mogą być różne dla poszczególnych pomp. Z upływem czasu napływ cząstek stałych spowoduje wzrost poślizgu pompy, na co wskaże zmniejszenie m . W związku z tym wzorcowanie przeprowadza się przy wprowadzaniu pompy do użytkowania, po ważniejszych czynnościach obsługowych, a także gdy sprawdzenie całego układu (pkt 9.5) wskazuje na zmianę poślizgu pompy.

9.3. Wzorcowanie zwężki przepływu krytycznego (CFV)

Wzorcowanie CFV jest oparte na równaniu przepływu dla zwężki przepływu krytycznego. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia i temperatury wlotu, jak podano niżej:

$$Q_s = \frac{K_v \times p_A}{\sqrt{T}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

K_v — współczynnik wzorcowania zwężki,

p_A — ciśnienie absolutne na wlocie do zwężki, (kPa),

T — temperatura na wlocie do zwężki, (K).

9.3.1. Analiza danych

Natężenie przepływu powietrza (Q_s) przy każdej nastawie oporów przepływu (minimum 8 punktów) oblicza się w normalnych m^3/min z danych przepływomierza, stosując metodę zalecaną przez wytwórcę. Współczynnik wzorcowania oblicza się z danych wzorcowania dla każdej nastawy na podstawie wzoru:

$$K_V = \frac{Q_s \times \sqrt{T}}{P_A}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

Q_s — natężenie przepływu powietrza w warunkach normalnych (101,3 kPa, 273 K), (m^3/s),

T — temperatura na wlocie do zwężki, (K),

P_A — ciśnienie absolutne na wlocie do zwężki, (kPa).

Aby określić obszar przepływu krytycznego, kreśli się K_V jako funkcję ciśnienia na wlocie zwężki. Dla przepływu krytycznego (dławionego) K_V będzie miał w przybliżeniu stałą wartość. Wraz ze spadkiem ciśnienia (wzrostem podciśnienia) zmniejsza się dławienie i K_V maleje, co wskazuje, że CVF pracuje poza zakresem dopuszczalnym. Należy obliczyć wartość średnią K_V i odchylenie standardowe dla co najmniej 8 punktów w obszarze przepływu krytycznego. Odchylenie standardowe nie może przekroczyć $\pm 0,3\%$ wartości średniej K_V .

9.4. Wzorcowanie zwężki przepływu poddźwiękowego (SSV)

Wzorcowanie SSV jest oparte na równaniu przepływu dla zwężki przepływu poddźwiękowego. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia i temperatury wlotu oraz spadku ciśnienia między wlotem SSV a gardzielią, jak podano niżej:

$$Q_{SSV} = A_0 \times d^2 \times C_d \times P_A \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \times r^{1,4286}} \right)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

A_0 — zbiór stałych i konwersji jednostek,

$$A_0 = 0,006111 \left(\frac{m^3}{min} \right) \times \left(\frac{K^{1/2}}{kPa} \right) \times \left(\frac{1}{mm^2} \right) \text{ w układzie SI}$$

d — średnica gardzieli zwężki SSV, (m),

C_d — współczynnik wyprężenia SSV,

P_A — ciśnienie absolutne na wlocie do zwężki, (kPa),

T — temperatura na wlocie do zwężki, (K),

r — stosunek ciśnienia statycznego w gardzieli SSV do bezwzględnego statycznego ciśnienia dolotowego
 $= 1 - \Delta P/P_A$,

β — stosunek średnicy gardzieli SSV, d, do średnicy wewnętrznej przewodu dolotowego = d/D.

9.4.1. Analiza danych

Natężenie przepływu powietrza (Q_{SSV}) przy każdej nastawie przepływu (minimum 16 nastaw) oblicza się w normalnych m^3/min z danych przepływomierza, stosując metodę zalecaną przez wytwórcę. Współczynnik wydatku oblicza się z danych wzorcowania dla każdej nastawy na podstawie wzoru:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 \times d^2 \times P_A \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \times r^{1,4286}} \right)}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

Q_{SSV} — natężenie przepływu w warunkach normalnych (101,3 kPa, 273 K), (m^3/s),

T — temperatura na wlocie do zwężki, (K),

d — średnica gardzieli zwężki SSV, (m),

r — stosunek ciśnienia statycznego w gardzieli SSV do bezwzględnego statycznego ciśnienia dolotowego
 $= 1 - \Delta P/P_A$,

β — stosunek średnicy gardzieli SSV, d, do średnicy wewnętrznej przewodu dolotowego = d/D.

Aby określić obszar przepływu poddźwiękowego, kreśli się C_d jako funkcję liczby Reynoldsa (Re) w gardzieli SSV. Re w gardzieli SSV oblicza się z wzoru:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d \times \mu}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

A_1 — zbiór stałych i konwersji jednostek,

$$A_1 = 25,55152 \left(\frac{1}{m^3} \right) \times \left(\frac{\text{min}}{s} \right) \times \left(\frac{mm}{m} \right)$$

Q_{SSV} — natężenie przepływu w warunkach normalnych (101,3 kPa, 273 K), (m^3/s),

d — średnica gardzieli zwężki SSV (m),

μ — lepkość bezwzględna lub dynamiczna gazu, obliczana według następującego wzoru:

$$\mu = \frac{b \times T^{3/2}}{S + T} = \frac{b \times T^{1/2}}{1 + \frac{S}{T}} \text{ kg/ms}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

b — stała doświadczalna = $1,458 \cdot 10^6 \frac{kg}{msK^{1/2}}$

S — stała doświadczalna = 110,4 K.

Ponieważ Q_{SSV} wchodzi do wzoru na obliczenie Re , obliczenia zaczyna się, przyjmując wstępnie Q_{SSV} lub C_d dla zwężki stosowanej do wzorcowania i powtarza się je aż do uzyskania zbieżności Q_{SSV} . Dokładność metody zbieżności musi być co najmniej 0,1 %.

Wartości C_d obliczone dla co najmniej 16 punktów w obszarze przepływu poddźwiękowego z równania określonego na podstawie krzywej wzorcowania muszą się znajdować w granicach $\pm 0,5$ % wartości zmierzonej C_d dla każdego punktu wzorcowania.

9.5. Sprawdzenie całego układu

Całkowitą dokładność układu CVS i analizy określa się, wprowadzając znaną masę gazu zanieczyszczającego do całego układu pracującego w normalny sposób. Zanieczyszczenie jest analizowane i jego masa obliczana, przy czym dla propanu przyjmuje się współczynnik 0,000472, zamiast 0,000479 przyjmowanego dla HC. Można stosować każdą z dwóch podanych niżej metod.

9.5.1. Odmierzanie za pomocą kryzy przepływu krytycznego

Znana ilość czystego gazu (propanu) jest wprowadzana do układu CVS przez kryzę przepływu krytycznego. Jeżeli ciśnienie wlotowe jest dostatecznie duże, natężenie przepływu, które jest regulowane za pomocą kryzy, nie zależy od jej ciśnienia wylotowego (przepływ krytyczny). Układ CVS powinien pracować przez 5 do 10 minut w podobny sposób jak podczas normalnego testu emisji. Próbkę gazu analizuje się za pomocą typowych urządzeń (worek do poboru gazów lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu. Masa określona w ten sposób powinna znajdować się w granicach ± 3 % od znanej masy wtrysniętego gazu.

9.5.2. Odmierzanie metodą grawimetryczną

Masę małej butli napełnionej propanem określa się z dokładnością $\pm 0,01$ g. Układ CVS powinien pracować przez 5 do 10 minut podobnie jak podczas normalnego testu emisji. W tym czasie wtryskuje się do niego propan lub tlenek węgla. Ilość wtrysniętego gazu określa się za pomocą ważenia różnicowego. Próbkę gazu analizuje się za pomocą typowych urządzeń (worek do poboru gazów lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu. Masa określona w ten sposób powinna znajdować się w granicach ± 3 % znanej masy wtrysniętego gazu.

10. Ocena danych i obliczenia — Test NRSC

10.1. Ocena emisji gazowych

W celu określenia emisji gazowych należy uśrednić odczyt z pomiarów z ostatnich 60 sekund każdej fazy i dla każdej fazy wyznaczyć średnie stężenia (conc) HC, CO, NO_x oraz CO_2 z uśrednionych odczytów oraz

stosownych wyników wzorcowania, jeżeli zastosowano metodę bilansu węgla. Można zastosować rejestrację innego typu, jeżeli zapewni ona równoważne zbieranie danych. Średnie stężenia w tle (conc_d) mogą być określone z odczytów dla powietrza rozcieńczającego w worku pomiarowym lub z ciągle dokonywanych odczytów tła (nie z worka pomiarowego) i właściwych danych wzorcowania.

10.2. Emisje cząstek stałych

W celu oceny cząstek stałych dla każdej fazy rejestruje się całkowite masy ($M_{\text{SAM}i}$) próbek przechodzących przez filtry.

Filtry powinny powrócić do komory wagowej i być kondycjonowane przez co najmniej jedną godzinę, lecz nie dłużej niż 80 godzin, a następnie zważone. Masę brutto filtrów rejestruje się, a tarę odejmuje. Masa cząstek stałych (M_f dla metody jednofiltrowej, $M_{f,i}$ dla metody wielofiltrowej) jest sumą masy cząstek stałych zebranych na filtrach pierwotnym i wtórnym.

W przypadku gdy ma być zastosowana korekcja tła, rejestruje się masę (M_{DIL}) powietrza rozcieńczającego przepuszczonego przez filtry i masę cząstek stałych (M_d). Jeżeli został wykonany więcej niż jeden pomiar, oblicza się iloraz M_d/M_{DIL} dla każdego pojedynczego pomiaru i wartości uśrednia się.

10.3. Określenie przepływu spalin.

Końcowe wyniki testu, zamieszczone w sprawozdaniu, powinny być określone w następujący sposób:

10.3.1. Określa się natężenia przepływu spalin; wyznacza się natężenie przepływu spalin (G_{EXHW}) dla każdej fazy zgodnie z pkt od 5.2.1 do 5.2.3;

Kiedy używa się metody rozcieńczenia przepływu całkowitego, określa się całkowite natężenie przepływu rozcieńczonych spalin ($G_{\text{TOTW}}^{(3)}$) dla każdej fazy zgodnie z pkt 5.2.4.

10.3.2. Korekcję suche/mokre należy określić dla każdej fazy zgodnie z pkt od 5.2.1 do 5.2.3; podczas określania G_{EXHW} zmierzone stężenie sprowadza się do bazy mokrej według następującej zależności, jeżeli uprzednio nie wykonano pomiarów spalin mokrych:

$$\text{conc}(\text{wet}) = k_w \times \text{conc}(\text{dry})$$

1) dla spalin nierozcieńczonych:

$$K_{w,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\%CO[\text{dry}] + \%CO_2[\text{dry}]) + K_{w2}} \right)$$

2) dla spalin rozcieńczonych:

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{1,88 \times CO_2 \%(\text{wet})}{200} \right) - K_{w1}$$

lub:

$$K_{w,e,1} = \left(\frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times CO_2 \%(\text{dry})}{200}} \right)$$

3) dla powietrza rozcieńczającego:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

4) dla powietrza dolotowego (jeżeli różni się od powietrza rozcieńczającego):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + 1,608 \times H_a}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

H_a — wilgotność bezwzględna powietrza dolotowego, (g/kg),

H_d — wilgotność bezwzględna powietrza rozcieńczającego, (g/kg),

R_d — wilgotność względna powietrza rozcieńczającego, (%),

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego, (%),

p_d — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu rozcieńczającym, (kPa),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym, (kPa)

p_B — bezwzględne ciśnienie barometryczne, (kPa).

Uwaga: H_a i H_d można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

10.3.3. Korekcja wilgotności dla NO_x

Ponieważ emisja NO_x zależy od warunków powietrza otaczającego, stężenie NO_x należy skorygować ze względu na temperaturę i wilgotność powietrza otaczającego, stosując współczynniki k_H obliczone według następującego wzoru:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

T_a — temperatura powietrza w (K),

H_a — wilgotność powietrza dolotowego (g wody/kg suchego powietrza),

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — bezwzględne ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru stosując ogólnie znane wzory.

10.3.4. Obliczenie masowego natężenia przepływu składników gazowych

Masowe natężenie emisji dla każdej fazy powinno być obliczone w następujący sposób:

1) dla spalin nierozcieńczonych⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$$

2) dla spalin rozcieńczonych⁽¹⁾

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

⁽¹⁾ W przypadku NO_x stężenie (NO_x conc lub NO_2 conc_c) powinno być pomnożone przez K_{HNO_x} (współczynnik korekcji wilgotności dla NO_x wymieniony w punkcie 10.3.3), jak następuje: $K_{\text{HNO}_x} \times conc$ lub $K_{\text{HNO}_x} \times conc_c$.

gdzie: $conc_c$ — skorygowane stężenie w tle

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

$$DF = 13,4 / (conc_{CO_2} + (conc_{CO} + conc_{HC}) \times 10^{-4})$$

lub

$$DF = 13,4 / conc_{CO_2}$$

Współczynniki u powinny być stosowane zgodnie z danymi w tabeli 4.

Tabela 4 — Wartości współczynników u dla poszczególnych składników spalin

Gaz	u	Conc (stężenie)
NO _x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO ₂	15,19	%

Gęstość HC jest określona dla średniego stosunku węgla do wodoru 1:1,85.

10.3.5. Oblicza się emisję jednostkową (g/kWh) dla wszystkich poszczególnych składników gazowych w następujący sposób:

$$\text{poszczególne składnik gazowy} = \frac{\sum_{i=1}^n Gas_{mass_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

gdzie: $P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

$P_{AE,i}$ — deklarowana moc całkowita pochłaniana przez urządzenia pomocnicze (kW),

Gas_{mass} — wskaźnik oznaczający masowe natężenie składników emisji (g/h).

Współczynniki wagowe i liczba faz (n) użyte w powyższym obliczeniu są zgodne z pkt 3.7.1.

10.4. Obliczanie emisji cząstek stałych

Emisję cząstek stałych oblicza się w następujący sposób:

10.4.1. Współczynnik korekcji wilgotności dla cząstek stałych

Ponieważ emisja cząstek stałych z silników o zapłonie samoczynnym zależy od warunków otaczającego powietrza, masowe natężenie przepływu cząstek stałych należy skorygować ze względu na wilgotność otaczającego powietrza, stosując współczynnik K_p obliczony według następującego wzoru:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

gdzie:

H_a — wilgotność powietrza dolotowego (gramy wody na kg suchego powietrza),

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — bezwzględne ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

10.4.2. Układ rozcieńczania przepływu częściowego

Wykazane w sprawozdaniu końcowe wyniki testu w zakresie emisji cząstek stałych powinny być uzyskane w sposób następujący. Ponieważ mogą być używane różne typy regulacji stopnia rozcieńczenia, stosuje się różne sposoby obliczania dla równoważnego masowego przepływu rozcieńczonych spalin G_{EDF} . Wszystkie obliczenia powinny być oparte na średnich wielkościach poszczególnych faz (i) podczas okresu pobierania próbek.

10.4.2.1. Układy izokinetyczne:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

gdzie r odpowiada stosunkowi powierzchni przekroju poprzecznego A_p sondy izokinetycznej i przewodu wylotowego A_T :

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

10.4.2.2. Układy z pomiarem stężenia CO_2 lub NO_x :

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{conc_{E,i} - conc_{A,i}}{conc_{D,i} - conc_{A,i}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

$conc_E$ — stężenie gazu znakującego w spalinach nierozcieńczonych mokrych,

$conc_D$ — stężenie gazu znakującego w rozcieńczonych spalinach mokrych,

$conc_A$ — stężenie gazu znakującego w powietrzu rozcieńczającym mokrym.

Stężenia zmierzone na bazie suchej należy sprowadzić do bazy mokrej zgodnie z pkt 10.3.2.

10.4.2.3. Układy z pomiarem CO_2 i metodą bilansu węgla:

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

CO_{2D} — stężenie CO_2 w rozcieńczonych spalinach,

CO_{2A} — stężenie CO_2 w powietrzu rozcieńczającym.

(stężenia w % objętości na bazie mokrej).

Powyższe równanie oparte jest na zasadzie bilansu węgla (atomy węgla dostarczane do silnika są emitowane jako CO_2) i wyprowadzone w następujący sposób:

10.4.2.4. Układy z pomiarem natężenia przepływu

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

10.4.3. Układ rozcieńczania przepływu całkowitego

Końcowe wyniki testu wykazane w sprawozdaniu w zakresie emisji cząstek stałych powinny być wyprowadzone z obliczeń opartych na wartościach średnich z poszczególnych faz (i) podczas okresu pobierania próbek:

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

10.4.4. Obliczanie masowego natężenia przepływu cząstek stałych;

Masowe natężenie przepływu cząstek stałych oblicza się w następujący sposób:

1) dla metody jednofiltrowej:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

$(G_{EDFW})_{aver}$ w ciągu cyklu testu powinno być określone przez zsumowanie średnich wartości z poszczególnych faz podczas okresu pobierania próbek:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM,i}$$

gdzie $i = 1, \dots, n$

2) dla metody wielofiltrowej:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

gdzie $i = 1, \dots, n$;

Masowe natężenie przepływu cząstek stałych może być korygowane ze względu na tło w następujący sposób:

1) dla metody jednofiltrowej:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Jeżeli wykonuje się więcej niż jeden pomiar, to (M_d/M_{DIL}) należy zastąpić przez $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

$$DF = \frac{13,4}{\text{conc}_{CO_2} + (\text{conc}_{CO} + \text{conc}_{HC}) \times 10^{-4}}$$

lub

$$DF = 13,4 / \text{conc}_{CO_2}$$

2) dla metody wielofiltrowej:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{(G_{EDFW,i})}{1000} \right]$$

Jeżeli wykonuje się więcej niż jeden pomiar, to (M_d/M_{DIL}) należy zastąpić przez $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

$$DF = 13,4 / (\text{conc}_{CO_2} + (\text{conc}_{CO} + \text{conc}_{HC}) \times 10^{-4})$$

lub

$$DF = 13,4 / \text{conc}_{CO_2}$$

10.4.5. Obliczenie emisji jednostkowej

Emisja jednostkowa cząstek stałych PT (g/kWh) powinna być obliczana w następujący sposób⁽²⁾:

1) dla metody jednofiltrowej:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

2) dla metody wielofiltrowej:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

10.4.6. Rzeczywisty współczynnik wagowy

Dla metody jednofiltrowej, rzeczywisty współczynnik wagowy $WF_{E,i}$ dla każdej fazy powinien być obliczony w następujący sposób:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

gdzie $i = 1, \dots, n$

Wartość rzeczywistego współczynnika wagowego powinna zawierać się w granicach $\pm 0,005$ (wartości bezwzględnej) współczynników wagowych podanych w pkt 3.7.1.

11. Ocena danych i obliczenia (test NRTC)

Opisuje się dwie zasady pomiaru, które mogą być stosowane do określenia emisji zanieczyszczeń w cyklu NRTC:

- 1) komponenty gazowe mierzy się w spalinach nierozcieńczonych na bazie czasu rzeczywistego, zaś cząstki stałe określa się przy użyciu układu rozcieńczenia przepływu częściowego,
- 2) składniki gazowe i cząstki stałe określa się przy użyciu układu rozcieńczenia przepływu całkowitego.

11.1. Obliczenie emisji zanieczyszczeń gazowych w spalinach nierozcieńczonych i cząstek stałych w układzie rozcieńczenia przepływu częściowego.

11.1.1. Obliczenie emisji masowej zanieczyszczeń gazowych przeprowadza się, mnożąc sygnały ich stężeń chwilowych przez chwilowe natężenie przepływu spalin. Natężenie przepływu spalin może być mierzone bezpośrednio lub obliczone przy użyciu metod opisanych w pkt 5.2.3 (pomiar przepływu powietrza wlotowego i paliwa, metoda gazu znakującego, pomiar przepływu powietrza i współczynnika nadmiaru powietrza). Należy zwrócić specjalną uwagę na czasy reakcji poszczególnych przyrządów. Różnice pod tym względem powinny być uwzględnione przez synchronizację sygnałów w czasie.

Dla cząstek stałych sygnały masowego natężenia przepływu spalin stosuje się w celu takiego sterowania układem rozcieńczenia przepływu częściowego, aby następował pobór próbki proporcjonalnej do tego natężenia. Jakość tej proporcjonalności jest sprawdzana za pomocą analizy regresji między przepływem próbki i spalin zgodnie z pkt 5.2.4.

11.1.2. Określenie emisji składników gazowych

11.1.2.1. Masę zanieczyszczeń M_{gas} (g/test) określa się, obliczając chwilową emisję masową na podstawie stężeń zanieczyszczeń w spalinach nierozcieńczonych, wartości u podanych w tabeli 4 (patrz także w pkt 10.3.4) i masowego natężenia przepływu spalin, zsynchronizowane z uwzględnieniem czasu przekształcenia, oraz całkując wartości chwilowe w cyklu. Jest pożądane, by stężenia były mierzone na bazie mokrej. Jeśli są one mierzone na bazie suchej, przed wykonaniem dalszych obliczeń sprowadza się ich zmierzone wartości chwilowe do bazy mokrej w sposób opisany w poniższej tabeli.

⁽²⁾ Wielkość masowego natężenia przepływu cząstek stałych PT_{mass} musi być pomnożona przez K_p (współczynnik korekcji wilgotności dla cząstek stałych podany w pkt 10.4.1).

Tabela 4 — Wartości współczynników u dla poszczególnych składników spalin

Gaz	u	Conc (stężenie)
NO _x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO ₂	15,19	%

Gęstość HC jest określona dla średniego stosunku węgla do wodoru 1:1,85, według następującego wzoru:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^n u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{w g/test})$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

u — stosunek gęstości składnika spalin do gęstości spalin

$conc_i$ — chwilowe stężenie poszczególnych zanieczyszczeń w spalinach nierozcieńczonych (ppm)

$G_{EXHW,i}$ — chwilowe masowe natężenie przepływu spalin (kg/s)

f — częstotliwość próbkowania (Hz)

n — liczba pomiarów

W przypadku NO_x stosuje się współczynnik korekcji wilgotności k_H , jak podano niżej.

Stężenie chwilowe sprowadza się do bazy mokrej w sposób opisany niżej, gdy nie zostało na takiej bazie zmierzone.

11.1.2.2. Korekcja suche/mokre (*dry/wet*)

Jeśli stężenie chwilowe jest mierzone na bazie suchej, sprowadza się je do bazy mokrej zgodnie z wzorem:

$$conc_{wet} = k_w \times conc_{dry}$$

gdzie:

$$K_{w,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (conc_{CO} + conc_{CO_2}) + K_{w2}} \right)$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

$conc_{CO_2}$ — stężenie CO₂ na bazie suchej (%),

$conc_{CO}$ — stężenie CO na bazie mokrej (%),

H_a — wilgotność powietrza dolotowego (g wody/kg suchego powietrza)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — bezwzględne ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

11.1.2.3. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność i temperaturę

Ponieważ emisja NO_x zależy od warunków powietrza otaczającego, stężenie NO_x należy skorygować ze względu na temperaturę i wilgotność powietrza otaczającego, stosując współczynnik obliczony według następującego wzoru:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

T_a — temperatura powietrza dolotowego w (K),

H_a — wilgotność powietrza dolotowego (g wody/kg suchego powietrza)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — bezwzględne ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

11.1.2.4. Obliczenie emisji jednostkowych

Emisję jednostkową (g/kWh) oblicza się dla każdego pojedynczego składnika w następujący sposób:

$$\text{składnik} = M_{\text{gas}}/W_{\text{act}}$$

gdzie: W_{act} = praca rzeczywista w cyklu NRTC jak określono w pkt 4.6.2 (kWh)

11.1.3. Określenie emisji cząstek stałych

11.1.3.1. Obliczenie emisji masowej

Masę cząstek stałych M_{PT} (g/test) oblicza się według jednej z poniższych metod:

1)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

M_f — masa cząstek stałych zebranych w cyklu (mg),

M_{SAM} — masa próbki rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtry do pobierania cząstek stałych (kg),

M_{EDFW} — masa równoważnych rozcieńczonych spalin w cyklu (kg).

Masę całkowitą równoważnych mas rozcieńczonych spalin określa się w następujący sposób:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

$G_{EDFW,i}$ — chwilowe równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin, (kg/s),

$G_{EXHW,i}$ — chwilowe masowe natężenie przepływu spalin (kg/s),

q_i — całkowity stopień rozcieńczenia,

$G_{TOTW,i}$ — całkowite masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin przez tunel rozcieńczający, (kg/s),

$G_{DILW,i}$ — chwilowe masowe natężenie przepływu mokrego powietrza rozcieńczającego, (kg/s),

f — częstotliwość próbkowania (Hz),

n — liczba pomiarów.

2)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

M_f — masa cząstek stałych zebranych w cyklu, (mg),

r_s — średni stosunek próbkowania w cyklu,

gdzie:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

gdzie: M_{SE} — masa spalin zebranych w cyklu (kg),

M_{EXHW} — całkowity masowy przepływ spalin w cyklu (kg),

M_{SAM} — masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtry do pobierania cząstek stałych (kg),

M_{TOTW} — całkowita masa rozcieńczonych mokrych spalin przepływających przez tunel rozcieńczający, (kg).

Uwaga: W przypadku układu poboru całkowitego, M_{SAM} i M_{TOTW} są identyczne.

11.1.3.2. Współczynnik korekcji dla cząstek stałych ze względu na wilgotność.

Ponieważ emisja cząstek stałych z silników o zapłonie samoczynnym zależy od warunków otaczającego powietrza, masowe natężenie przepływu cząstek stałych należy skorygować ze względu na wilgotność otaczającego powietrza, stosując współczynnik K_p obliczony według następującego wzoru:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

gdzie: H_a — wilgotność bezwzględna powietrza dolotowego (g wody/kg suchego powietrza)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie: R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

11.1.3.3. Obliczenie emisji jednostkowej

Emisję jednostkową cząstek stałych PT (g/kWh) oblicza się w następujący sposób:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

gdzie: W_{act} — praca rzeczywista, jak określono w pkt 4.6.2, (kWh).

11.2. Określenie emisji składników gazowych i cząstek stałych za pomocą układu rozcieńczenia przepływu całkowitego

W celu obliczenia emisji na podstawie spalin rozcieńczonych niezbędna jest znajomość ich masowego natężenia przepływu. Całkowity przepływ spalin rozcieńczonych w cyklu M_{TOTW} (kg/test) oblicza się z wartości pomiaru w całym cyklu i odpowiednich danych wzorcowania urządzenia do pomiaru przepływu (V_0 dla PDP, K_V dla CFV, C_d dla SSV). Należy stosować odpowiednie metody opisane w pkt 11.2.1. Jeśli całkowita masa próbki cząstek stałych (M_{SAM}) i zanieczyszczeń gazowych przekracza 0,5% całkowitego przepływu przez CVS (M_{TOTW}), to przepływ ten należy skorygować o M_{SAM} lub próbka powinna być doprowadzona z powrotem do CVS przed urządzeniem do pomiaru przepływu.

11.2.1. Określenie przepływu spalin rozcieńczonych:

1) Układ PDP-CVS

Obliczenie natężenia przepływu masowego w cyklu, gdy temperatura spalin rozcieńczonych jest utrzymywana w granicach ± 6 K za pomocą wymiennika ciepła, przeprowadza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

M_{TOTW} — masa rozcieńczonych mokrych spalin w cyklu (kg),

V_0 — objętość gazu pompowanego podczas 1 obrotu w warunkach testu (m^3/obr),

N_p — całkowita liczba obrotów pompy w cyklu,

p_B — ciśnienie atmosferyczne na stanowisku pomiarowym (kPa),

p_1 — spadek ciśnienia poniżej atmosferycznego na wlocie pompy (kPa),

T — średnia temperatura rozcieńczonych spalin na wlocie do pompy w cyklu (K).

Jeśli stosowany jest układ z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), to chwilowa emisja masowa powinna zostać obliczona i scałkowana w cyklu. W tym przypadku masę chwilową spalin rozcieńczonych oblicza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p,i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

gdzie: $N_{p,i}$ — całkowita liczba obrotów PDP w przedziale czasu.

2) Układ CFV-CVS

Obliczenie natężenia przepływu masowego w ciągu cyklu, gdy temperatura spalin rozcieńczonych jest utrzymywana w granicach ± 11 K za pomocą wymiennika ciepła, przeprowadza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

M_{TOTW} = masa rozcieńczonych mokrych spalin w cyklu (kg),

t = czas cyklu (s),

K_V = stała zwężki przepływu krytycznego w warunkach normalnych,

p_A = ciśnienie bezwzględne na wlocie do zwężki (kPa),

T = temperatura bezwzględna na wlocie do zwężki (K).

Jeśli stosowany jest układ z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), to chwilowa emisja masowa powinna zostać obliczona i scałkowana w cyklu. W tym przypadku masę chwilową spalin rozcieńczonych oblicza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

gdzie: Δt_i — przedział czasu (s).

3) Układ SSV-CVS

Obliczenie natężenia przepływu masowego w ciągu cyklu, gdy temperatura spalin rozcieńczonych jest utrzymywana w granicach ± 11 K za pomocą wymiennika ciepła, przeprowadza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

gdzie:

$$Q_{SSV} = A_0 \times d^2 \times C_d \times P_A \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \times r^{1,4286}} \right)}$$

gdzie: A_0 — współczynnik stałych i konwersji jednostek,

$$A_0 = 0,006111 \left(\frac{m^3}{min} \right) \times \left(\frac{K^{1/2}}{kPa} \right) \times \left(\frac{1}{mm^2} \right) \text{ w układzie SI}$$

d — średnica gardzieli zwężki SSV (m),

C_d — współczynnik wydatku SSV,

P_A — ciśnienie absolutne na wlocie do zwężki (kPa),

T — temperatura bezwzględna na wlocie do zwężki (K),

r — stosunek ciśnienia statycznego w gardzieli SSV do bezwzględnego statycznego ciśnienia dolotowego = $1 - \Delta P/P_A$,

β — stosunek średnicy gardzieli SSV, d , do średnicy wewnętrznej przewodu dolotowego = d/D .

Jeśli stosowany jest układ z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), to chwilowa emisja masowa powinna zostać obliczona i scałkowana w cyklu. W tym przypadku masę chwilową spalin rozcieńczonych oblicza się w następujący sposób:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

gdzie:

$$Q_{SSV} = A_0 \times d^2 \times C_d \times P_A \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \times r^{1,4286}} \right)}$$

Δt_i — przedział czasu (s)

Obliczenia w czasie rzeczywistym zaczyna się, przyjmując odpowiednią wartość dla C_d , np. 0,98, lub wartość dla Q_{SSV} . Jeśli obliczenie zaczyna się dla Q_{SSV} , to jego wartość początkowa powinna być użyta do oceny Re .

Podczas wszystkich testów emisji liczba Reynoldsa w gardzieli SSV musi mieścić się w zakresie liczb Reynoldsa stosowanych do wyznaczenia krzywej wzorcowania określonej zgodnie z pkt 9.2.

11.2.2. Korekcja NO_x ze względu na wilgotność

Ponieważ emisja NO_x zależy od warunków powietrza otaczającego, stężenie NO_x należy skorygować ze względu na temperaturę i wilgotność powietrza otaczającego, poprzez współczynniki k_H według następującego wzoru:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

T_a — temperatura powietrza dolotowego w (K),

H_a — wilgotność powietrza dolotowego (g wody/kg suchego powietrza),

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

w której: R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — bezwzględne ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

11.2.3. Obliczenie masowego natężenia przepływu

11.2.3.1. Układy o stałym przepływie masowym

Dla układów z wymiennikiem ciepła masę zanieczyszczeń M_{GAS} (g/test) określa się z następującego wzoru:

$$M_{GAS} = u \times conc \times M_{TOTW}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

u — stosunek gęstości składnika spalin do gęstości rozcieńczonych spalin, jak podano w tabeli 4, pkt 11.1.2.1,

$conc$ — średnie stężenie skorygowane ze względu na tło w cyklu wyznaczone z całkowania (obligatoryjne dla NO_x i HC) lub z pomiaru z worka (ppm),

M_{TOTW} — całkowita masa rozcieńczonych spalin w cyklu, jak określono w pkt 11.2.1 (kg).

Ponieważ emisja NO_x zależy od warunków powietrza otoczenia, stężenie NO_x koryguje się ze względu na wilgotność tego powietrza, stosując współczynnik k_H zgodnie z pkt 11.2.2.

Stężenia mierzone na bazie suchej sprowadza się do bazy mokrej zgodnie z pkt 10.3.2.

11.2.3.1.1. Określenie stężeń skorygowanych względem tła

W celu otrzymania stężeń netto zanieczyszczeń średnie stężenie zanieczyszczeń gazowych w powietrzu rozcieńczającym (w tle) odejmuje się od stężeń zmierzonych. Średnie stężenie zanieczyszczeń w tle określa się metodą worków do poboru próbki lub przez pomiar ciągły i całkowanie. Stosuje się podany niżej wzór:

$$conc = conc_e - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

$conc$ — stężenie zanieczyszczenia mierzone w rozcieńczonych spalinach skorygowane o wartość stężenia tego zanieczyszczenia zmierzonego w powietrzu rozcieńczającym (ppm),

$conc_e$ — stężenie zanieczyszczenia mierzone w rozcieńczonych spalinach (ppm),

$conc_d$ — stężenie zanieczyszczenia mierzone w powietrzu rozcieńczającym (ppm),

DF — współczynnik rozcieńczenia.

Współczynnik rozcieńczenia oblicza się w sposób podany niżej.

$$DF = 13,4 / (conc_{eCO_2} + (conc_{eCO} + conc_{eHC}) \times 10^{-4})$$

11.2.3.2. Układ z kompensacją przepływu

Dla układów bez wymiennika ciepła masę zanieczyszczeń M_{GAS} (g/test) określa się przez obliczenie chwilowej emisji masowej i całkowanie wartości chwilowych w cyklu. Wartości chwilowe stężeń koryguje się bezpośrednio ze względu na tło. Stosuje się wzory podane niżej:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times conc_{e,i} \times u) - (M_{TOTW} \times conc_d \times (1 - 1/DF) \times u)$$

gdzie:

$conc_{e,i}$ — chwilowe stężenie zanieczyszczenia mierzone w rozcieńczonych spalinach (ppm),

$conc_d$ — stężenie zanieczyszczenia mierzone w powietrzu rozcieńczającym (ppm),

u — stosunek gęstości składnika spalin do gęstości rozcieńczonych spalin, jak podano w tabeli 4, pkt 11.1.2.1,

$M_{TOTW,i}$ — chwilowa masa rozcieńczonych spalin (pkt 11.2.1) (kg),

M_{TOTW} — całkowita masa rozcieńczonych spalin w cyklu (pkt 11.2.1) (kg),

DF — współczynnik rozcieńczenia określony według pkt 11.2.3.1.1.

Ponieważ emisja NO_x zależy od warunków powietrza otoczenia, stężenie NO_x koryguje się ze względu na wilgotność tego powietrza, stosując współczynnik k_H zgodnie z pkt 11.2.2.

11.2.4. Obliczenie emisji jednostkowych

Emisja jednostkowa (g/kWh) powinna być obliczona dla każdego składnika w następujący sposób:

$$\text{składnik gazowy} = M_{gas} / W_{act}$$

gdzie: W_{act} — praca rzeczywista, jak określono w pkt 4.6.2 (kWh)

11.2.5. Obliczenie emisji cząstek stałych

11.2.5.1. Obliczenie emisji masowej

Masę cząstek stałych M_{PT} (g/test) oblicza się w sposób podany niżej:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

M_f = masa cząstek stałych zebranych w cyklu (mg),

M_{TOTW} = całkowita masa rozcieńczonych spalin w cyklu, określona w pkt 11.2.1 (kg),

M_{SAM} = masa próbki rozcieńczonych spalin pobranych z tunelu rozcieńczającego do pobierania cząstek stałych (kg)

i

$M_f = M_{f,p} + M_{f,b}$ jeżeli ważone oddzielnie (mg),

$M_{f,p}$ = masa cząstek stałych zebranych na filtrze pierwotnym (mg),

$M_{f,b}$ = masa cząstek stałych zebranych na filtrze wtórnym (mg).

Jeśli stosuje się układ podwójnego rozcieńczenia, masę wtórnego powietrza rozcieńczającego odejmuje się od masy całkowitej podwójnie rozcieńczonych spalin przepływających przez filtry cząstek stałych.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

gdzie: M_{TOT} — całkowita masa podwójnie rozcieńczonych spalin przepływających przez filtr cząstek stałych (kg),

M_{SEC} — masa wtórnego powietrza rozcieńczającego (kg).

Jeśli zawartość cząstek stałych w powietrzu rozcieńczającym (w tle) jest określana zgodnie z pkt 4.5.4, to masa cząstek stałych może być skorygowana ze względu na tło. W tym przypadku masę cząstek stałych (g/test) oblicza się w sposób podany niżej.

$$M_{PT} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

gdzie: M_f , M_{TOTW} , M_{SAM} — patrz wyżej,

M_{DIL} — masa pierwotnego powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez układ pomiaru cząstek stałych w tle (kg),

M_d — masa cząstek stałych zebranych z próbki pierwotnego powietrza rozcieńczającego (mg),

DF — współczynnik rozcieńczenia określony według pkt 11.2.3.1.1.

11.2.5.2. Współczynnik korekcji dla cząstek stałych ze względu na wilgotność

Ponieważ emisja cząstek stałych z silników o zapłonie samoczynnym zależy od warunków otaczającego powietrza, zawartość cząstek stałych koryguje się ze względu na wilgotność otaczającego powietrza, stosując współczynnik K_p obliczony według następującego wzoru:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

gdzie: H_a — wilgotność bezwzględna powietrza dolotowego (g/kg)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_a — wilgotność względna powietrza dolotowego (%),

p_a — ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym (kPa),

p_B — ciśnienie atmosferyczne (kPa).

Uwaga: H_a można określać na podstawie pomiaru wilgotności względnej, jak opisano wyżej, lub pomiaru punktu rosy, pomiaru ciśnienia pary lub pomiaru suchego/mokrego zbiornika termometru, stosując ogólnie znane wzory.

12.2.5.3. Obliczenie emisji jednostkowej

Emisję jednostkową cząstek stałych PT (g/kWh) oblicza się w sposób podany niżej:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

gdzie: W_{act} — praca rzeczywista określona w pkt 4.6.2 (kWh).

12.3. Program cyklu NRTC do odtwarzania na hamulcu

Czas	Znormal. prędkość obrotowa	Znormal. moment obrotowy	Czas	Znormal. prędkość obrotowa	Znormal. moment obrotowy	Czas	Znormal. prędkość obrotowa	Znormal. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
1	0	0	52	102	46	103	74	24
2	0	0	53	102	41	104	77	6
3	0	0	54	102	31	105	76	12
4	0	0	55	89	2	106	74	39
5	0	0	56	82	0	107	72	30
6	0	0	57	47	1	108	75	22
7	0	0	58	23	1	109	78	64
8	0	0	59	1	3	110	102	34
9	0	0	60	1	8	111	103	28
10	0	0	61	1	3	112	103	28
11	0	0	62	1	5	113	103	19
12	0	0	63	1	6	114	103	32
13	0	0	64	1	4	115	104	25
14	0	0	65	1	4	116	103	38
15	0	0	66	0	6	117	103	39
16	0	0	67	1	4	118	103	34
17	0	0	68	9	21	119	102	44
18	0	0	69	25	56	120	103	38
19	0	0	70	64	26	121	102	43
20	0	0	71	60	31	122	103	34
21	0	0	72	63	20	123	102	41
22	0	0	73	62	24	124	103	44
23	0	0	74	64	8	125	103	37
24	1	3	75	58	44	126	103	27
25	1	3	76	65	10	127	104	13
26	1	3	77	65	12	128	104	30
27	1	3	78	68	23	129	104	19
28	1	3	79	69	30	130	103	28
29	1	3	80	71	30	131	104	40
30	1	6	81	74	15	132	104	32
31	1	6	82	71	23	133	101	63
32	2	1	83	73	20	134	102	54
33	4	13	84	73	21	135	102	52
34	7	18	85	73	19	136	102	51
35	9	21	86	70	33	137	103	40
36	17	20	87	70	34	138	104	34
37	33	42	88	65	47	139	102	36
38	57	46	89	66	47	140	104	44
39	44	33	90	64	53	141	103	44
40	31	0	91	65	45	142	104	33
41	22	27	92	66	38	143	102	27
42	33	43	93	67	49	144	103	26
43	80	49	94	69	39	145	79	53
44	105	47	95	69	39	146	51	37
45	98	70	96	66	42	147	24	23
46	104	36	97	71	29	148	13	33
47	104	65	98	75	29	149	19	55
48	96	71	99	72	23	150	45	30
49	101	62	100	74	22	151	34	7
50	102	51	101	75	24	152	14	4
51	102	50	102	73	30	153	8	16

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
154	15	6	205	20	18	256	102	84
155	39	47	206	27	34	257	58	66
156	39	4	207	32	33	258	64	97
157	35	26	208	41	31	259	56	80
158	27	38	209	43	31	260	51	67
159	43	40	210	37	33	261	52	96
160	14	23	211	26	18	262	63	62
161	10	10	212	18	29	263	71	6
162	15	33	213	14	51	264	33	16
163	35	72	214	13	11	265	47	45
164	60	39	215	12	9	266	43	56
165	55	31	216	15	33	267	42	27
166	47	30	217	20	25	268	42	64
167	16	7	218	25	17	269	75	74
168	0	6	219	31	29	270	68	96
169	0	8	220	36	66	271	86	61
170	0	8	221	66	40	272	66	0
171	0	2	222	50	13	273	37	0
172	2	17	223	16	24	274	45	37
173	10	28	224	26	50	275	68	96
174	28	31	225	64	23	276	80	97
175	33	30	226	81	20	277	92	96
176	36	0	227	83	11	278	90	97
177	19	10	228	79	23	279	82	96
178	1	18	229	76	31	280	94	81
179	0	16	230	68	24	281	90	85
180	1	3	231	59	33	282	96	65
181	1	4	232	59	3	283	70	96
182	1	5	233	25	7	284	55	95
183	1	6	234	21	10	285	70	96
184	1	5	235	20	19	286	79	96
185	1	3	236	4	10	287	81	71
186	1	4	237	5	7	288	71	60
187	1	4	238	4	5	289	92	65
188	1	6	239	4	6	290	82	63
189	8	18	240	4	6	291	61	47
190	20	51	241	4	5	292	52	37
191	49	19	242	7	5	293	24	0
192	41	13	243	16	28	294	20	7
193	31	16	244	28	25	295	39	48
194	28	21	245	52	53	296	39	54
195	21	17	246	50	8	297	63	58
196	31	21	247	26	40	298	53	31
197	21	8	248	48	29	299	51	24
198	0	14	249	54	39	300	48	40
199	0	12	250	60	42	301	39	0
200	3	8	251	48	18	302	35	18
201	3	22	252	54	51	303	36	16
202	12	20	253	88	90	304	29	17
203	14	20	254	103	84	305	28	21
204	16	17	255	103	85	306	31	15

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
307	31	10	358	29	0	409	34	43
308	43	19	359	18	13	410	68	83
309	49	63	360	25	11	411	102	48
310	78	61	361	28	24	412	62	0
311	78	46	362	34	53	413	41	39
312	66	65	363	65	83	414	71	86
313	78	97	364	80	44	415	91	52
314	84	63	365	77	46	416	89	55
315	57	26	366	76	50	417	89	56
316	36	22	367	45	52	418	88	58
317	20	34	368	61	98	419	78	69
318	19	8	369	61	69	420	98	39
319	9	10	370	63	49	421	64	61
320	5	5	371	32	0	422	90	34
321	7	11	372	10	8	423	88	38
322	15	15	373	17	7	424	97	62
323	12	9	374	16	13	425	100	53
324	13	27	375	11	6	426	81	58
325	15	28	376	9	5	427	74	51
326	16	28	377	9	12	428	76	57
327	16	31	378	12	46	429	76	72
328	15	20	379	15	30	430	85	72
329	17	0	380	26	28	431	84	60
330	20	34	381	13	9	432	83	72
331	21	25	382	16	21	433	83	72
332	20	0	383	24	4	434	86	72
333	23	25	384	36	43	435	89	72
334	30	58	385	65	85	436	86	72
335	63	96	386	78	66	437	87	72
336	83	60	387	63	39	438	88	72
337	61	0	388	32	34	439	88	71
338	26	0	389	46	55	440	87	72
339	29	44	390	47	42	441	85	71
340	68	97	391	42	39	442	88	72
341	80	97	392	27	0	443	88	72
342	88	97	393	14	5	444	84	72
343	99	88	394	14	14	445	83	73
344	102	86	395	24	54	446	77	73
345	100	82	396	60	90	447	74	73
346	74	79	397	53	66	448	76	72
347	57	79	398	70	48	449	46	77
348	76	97	399	77	93	450	78	62
349	84	97	400	79	67	451	79	35
350	86	97	401	46	65	452	82	38
351	81	98	402	69	98	453	81	41
352	83	83	403	80	97	454	79	37
353	65	96	404	74	97	455	78	35
354	93	72	405	75	98	456	78	38
355	63	60	406	56	61	457	78	46
356	72	49	407	42	0	458	75	49
357	56	27	408	36	32	459	73	50

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
460	79	58	511	85	73	562	43	25
461	79	71	512	84	73	563	30	60
462	83	44	513	85	73	564	40	45
463	53	48	514	86	73	565	37	32
464	40	48	515	85	73	566	37	32
465	51	75	516	85	73	567	43	70
466	75	72	517	85	72	568	70	54
467	89	67	518	85	73	569	77	47
468	93	60	519	83	73	570	79	66
469	89	73	520	79	73	571	85	53
470	86	73	521	78	73	572	83	57
471	81	73	522	81	73	573	86	52
472	78	73	523	82	72	574	85	51
473	78	73	524	94	56	575	70	39
474	76	73	525	66	48	576	50	5
475	79	73	526	35	71	577	38	36
476	82	73	527	51	44	578	30	71
477	86	73	528	60	23	579	75	53
478	88	72	529	64	10	580	84	40
479	92	71	530	63	14	581	85	42
480	97	54	531	70	37	582	86	49
481	73	43	532	76	45	583	86	57
482	36	64	533	78	18	584	89	68
483	63	31	534	76	51	585	99	61
484	78	1	535	75	33	586	77	29
485	69	27	536	81	17	587	81	72
486	67	28	537	76	45	588	89	69
487	72	9	538	76	30	589	49	56
488	71	9	539	80	14	590	79	70
489	78	36	540	71	18	591	104	59
490	81	56	541	71	14	592	103	54
491	75	53	542	71	11	593	102	56
492	60	45	543	65	2	594	102	56
493	50	37	544	31	26	595	103	61
494	66	41	545	24	72	596	102	64
495	51	61	546	64	70	597	103	60
496	68	47	547	77	62	598	93	72
497	29	42	548	80	68	599	86	73
498	24	73	549	83	53	600	76	73
499	64	71	550	83	50	601	59	49
500	90	71	551	83	50	602	46	22
501	100	61	552	85	43	603	40	65
502	94	73	553	86	45	604	72	31
503	84	73	554	89	35	605	72	27
504	79	73	555	82	61	606	67	44
505	75	72	556	87	50	607	68	37
506	78	73	557	85	55	608	67	42
507	80	73	558	89	49	609	68	50
508	81	73	559	87	70	610	77	43
509	81	73	560	91	39	611	58	4
510	83	73	561	72	3	612	22	37

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
613	57	69	664	92	72	715	102	64
614	68	38	665	91	72	716	102	69
615	73	2	666	90	71	717	102	68
616	40	14	667	90	71	718	102	70
617	42	38	668	91	71	719	102	69
618	64	69	669	90	70	720	102	70
619	64	74	670	90	72	721	102	70
620	67	73	671	91	71	722	102	62
621	65	73	672	90	71	723	104	38
622	68	73	673	90	71	724	104	15
623	65	49	674	92	72	725	102	24
624	81	0	675	93	69	726	102	45
625	37	25	676	90	70	727	102	47
626	24	69	677	93	72	728	104	40
627	68	71	678	91	70	729	101	52
628	70	71	679	89	71	730	103	32
629	76	70	680	91	71	731	102	50
630	71	72	681	90	71	732	103	30
631	73	69	682	90	71	733	103	44
632	76	70	683	92	71	734	102	40
633	77	72	684	91	71	735	103	43
634	77	72	685	93	71	736	103	41
635	77	72	686	93	68	737	102	46
636	77	70	687	98	68	738	103	39
637	76	71	688	98	67	739	102	41
638	76	71	689	100	69	740	103	41
639	77	71	690	99	68	741	102	38
640	77	71	691	100	71	742	103	39
641	78	70	692	99	68	743	102	46
642	77	70	693	100	69	744	104	46
643	77	71	694	102	72	745	103	49
644	79	72	695	101	69	746	102	45
645	78	70	696	100	69	747	103	42
646	80	70	697	102	71	748	103	46
647	82	71	698	102	71	749	103	38
648	84	71	699	102	69	750	102	48
649	83	71	700	102	71	751	103	35
650	83	73	701	102	68	752	102	48
651	81	70	702	100	69	753	103	49
652	80	71	703	102	70	754	102	48
653	78	71	704	102	68	755	102	46
654	76	70	705	102	70	756	103	47
655	76	70	706	102	72	757	102	49
656	76	71	707	102	68	758	102	42
657	79	71	708	102	69	759	102	52
658	78	71	709	100	68	760	102	57
659	81	70	710	102	71	761	102	55
660	83	72	711	101	64	762	102	61
661	84	71	712	102	69	763	102	61
662	86	71	713	102	69	764	102	58
663	87	71	714	101	69	765	103	58

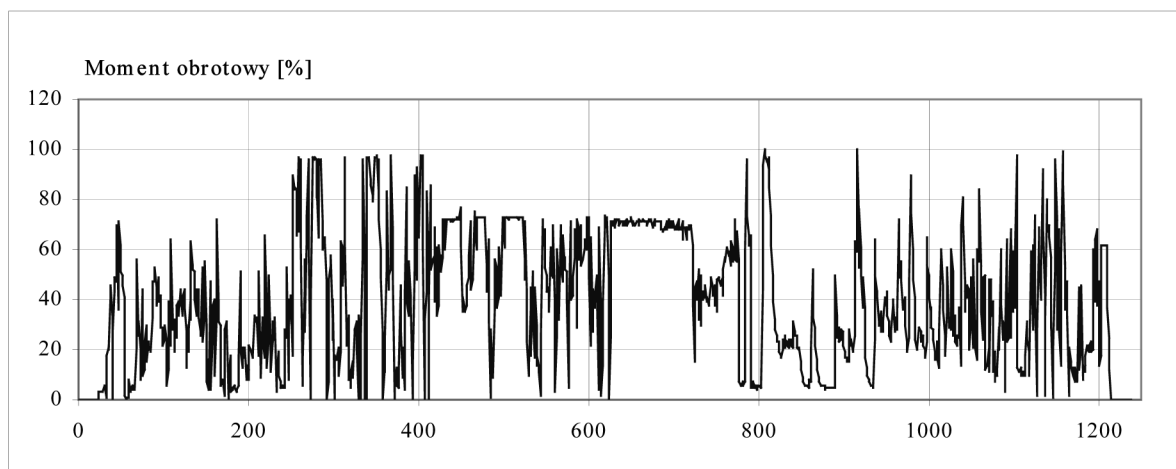
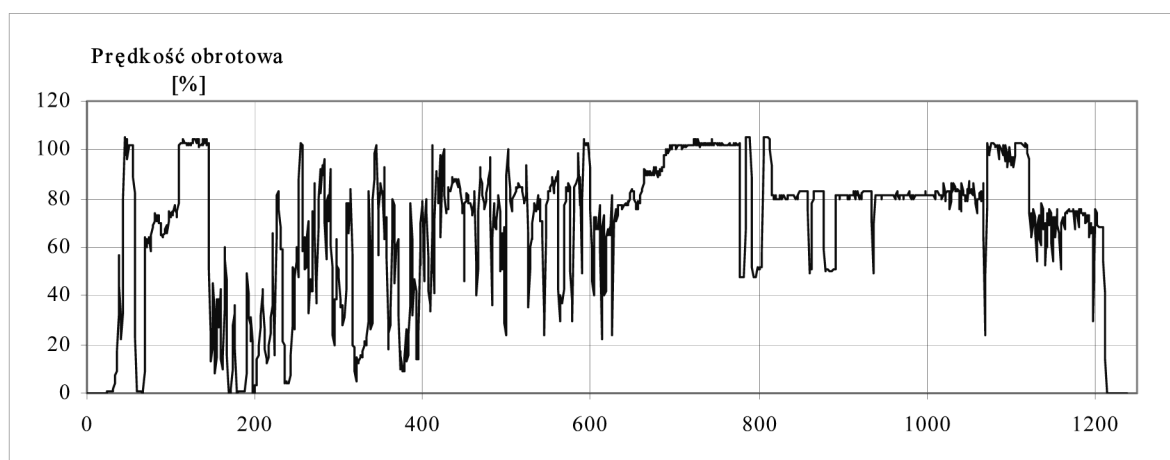
Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
766	102	59	817	81	46	868	83	16
767	102	54	818	80	39	869	83	12
768	102	63	819	80	32	870	83	9
769	102	61	820	81	28	871	83	8
770	103	55	821	80	26	872	83	7
771	102	60	822	80	23	873	83	6
772	102	72	823	80	23	874	83	6
773	103	56	824	80	20	875	83	6
774	102	55	825	81	19	876	83	6
775	102	67	826	80	18	877	83	6
776	103	56	827	81	17	878	59	4
777	84	42	828	80	20	879	50	5
778	48	7	829	81	24	880	51	5
779	48	6	830	81	21	881	51	5
780	48	6	831	80	26	882	51	5
781	48	7	832	80	24	883	50	5
782	48	6	833	80	23	884	50	5
783	48	7	834	80	22	885	50	5
784	67	21	835	81	21	886	50	5
785	105	59	836	81	24	887	50	5
786	105	96	837	81	24	888	51	5
787	105	74	838	81	22	889	51	5
788	105	66	839	81	22	890	51	5
789	105	62	840	81	21	891	63	50
790	105	66	841	81	31	892	81	34
791	89	41	842	81	27	893	81	25
792	52	5	843	80	26	894	81	29
793	48	5	844	80	26	895	81	23
794	48	7	845	81	25	896	80	24
795	48	5	846	80	21	897	81	24
796	48	6	847	81	20	898	81	28
797	48	4	848	83	21	899	81	27
798	52	6	849	83	15	900	81	22
799	51	5	850	83	12	901	81	19
800	51	6	851	83	9	902	81	17
801	51	6	852	83	8	903	81	17
802	52	5	853	83	7	904	81	17
803	52	5	854	83	6	905	81	15
804	57	44	855	83	6	906	80	15
805	98	90	856	83	6	907	80	28
806	105	94	857	83	6	908	81	22
807	105	100	858	83	6	909	81	24
808	105	98	859	76	5	910	81	19
809	105	95	860	49	8	911	81	21
810	105	96	861	51	7	912	81	20
811	105	92	862	51	20	913	83	26
812	104	97	863	78	52	914	80	63
813	100	85	864	80	38	915	80	59
814	94	74	865	81	33	916	83	100
815	87	62	866	83	29	917	81	73
816	81	50	867	83	22	918	83	53

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
919	80	76	970	81	39	1021	82	35
920	81	61	971	81	38	1022	79	53
921	80	50	972	80	41	1023	82	30
922	81	37	973	81	30	1024	83	29
923	82	49	974	81	23	1025	83	32
924	83	37	975	81	19	1026	83	28
925	83	25	976	81	25	1027	76	60
926	83	17	977	81	29	1028	79	51
927	83	13	978	83	47	1029	86	26
928	83	10	979	81	90	1030	82	34
929	83	8	980	81	75	1031	84	25
930	83	7	981	80	60	1032	86	23
931	83	7	982	81	48	1033	85	22
932	83	6	983	81	41	1034	83	26
933	83	6	984	81	30	1035	83	25
934	83	6	985	80	24	1036	83	37
935	71	5	986	81	20	1037	84	14
936	49	24	987	81	21	1038	83	39
937	69	64	988	81	29	1039	76	70
938	81	50	989	81	29	1040	78	81
939	81	43	990	81	27	1041	75	71
940	81	42	991	81	23	1042	86	47
941	81	31	992	81	25	1043	83	35
942	81	30	993	81	26	1044	81	43
943	81	35	994	81	22	1045	81	41
944	81	28	995	81	20	1046	79	46
945	81	27	996	81	17	1047	80	44
946	80	27	997	81	23	1048	84	20
947	81	31	998	83	65	1049	79	31
948	81	41	999	81	54	1050	87	29
949	81	41	1000	81	50	1051	82	49
950	81	37	1001	81	41	1052	84	21
951	81	43	1002	81	35	1053	82	56
952	81	34	1003	81	37	1054	81	30
953	81	31	1004	81	29	1055	85	21
954	81	26	1005	81	28	1056	86	16
955	81	23	1006	81	24	1057	79	52
956	81	27	1007	81	19	1058	78	60
957	81	38	1008	81	16	1059	74	55
958	81	40	1009	80	16	1060	78	84
959	81	39	1010	83	23	1061	80	54
960	81	27	1011	83	17	1062	80	35
961	81	33	1012	83	13	1063	82	24
962	80	28	1013	83	27	1064	83	43
963	81	34	1014	81	58	1065	79	49
964	83	72	1015	81	60	1066	83	50
965	81	49	1016	81	46	1067	86	12
966	81	51	1017	80	41	1068	64	14
967	80	55	1018	80	36	1069	24	14
968	81	48	1019	81	26	1070	49	21
969	81	36	1020	86	18	1071	77	48

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
1072	103	11	1123	66	62	1174	76	8
1073	98	48	1124	74	29	1175	76	7
1074	101	34	1125	64	74	1176	67	45
1075	99	39	1126	69	40	1177	75	13
1076	103	11	1127	76	2	1178	75	12
1077	103	19	1128	72	29	1179	73	21
1078	103	7	1129	66	65	1180	68	46
1079	103	13	1130	54	69	1181	74	8
1080	103	10	1131	69	56	1182	76	11
1081	102	13	1132	69	40	1183	76	14
1082	101	29	1133	73	54	1184	74	11
1083	102	25	1134	63	92	1185	74	18
1084	102	20	1135	61	67	1186	73	22
1085	96	60	1136	72	42	1187	74	20
1086	99	38	1137	78	2	1188	74	19
1087	102	24	1138	76	34	1189	70	22
1088	100	31	1139	67	80	1190	71	23
1089	100	28	1140	70	67	1191	73	19
1090	98	3	1141	53	70	1192	73	19
1091	102	26	1142	72	65	1193	72	20
1092	95	64	1143	60	57	1194	64	60
1093	102	23	1144	74	29	1195	70	39
1094	102	25	1145	69	31	1196	66	56
1095	98	42	1146	76	1	1197	68	64
1096	93	68	1147	74	22	1198	30	68
1097	101	25	1148	72	52	1199	70	38
1098	95	64	1149	62	96	1200	66	47
1099	101	35	1150	54	72	1201	76	14
1100	94	59	1151	72	28	1202	74	18
1101	97	37	1152	72	35	1203	69	46
1102	97	60	1153	64	68	1204	68	62
1103	93	98	1154	74	27	1205	68	62
1104	98	53	1155	76	14	1206	68	62
1105	103	13	1156	69	38	1207	68	62
1106	103	11	1157	66	59	1208	68	62
1107	103	11	1158	64	99	1209	68	62
1108	103	13	1159	51	86	1210	54	50
1109	103	10	1160	70	53	1211	41	37
1110	103	10	1161	72	36	1212	27	25
1111	103	11	1162	71	47	1213	14	12
1112	103	10	1163	70	42	1214	0	0
1113	103	10	1164	67	34	1215	0	0
1114	102	18	1165	74	2	1216	0	0
1115	102	31	1166	75	21	1217	0	0
1116	101	24	1167	74	15	1218	0	0
1117	102	19	1168	75	13	1219	0	0
1118	103	10	1169	76	10	1220	0	0
1119	102	12	1170	75	13	1221	0	0
1120	99	56	1171	75	10	1222	0	0
1121	96	59	1172	75	7	1223	0	0
1122	74	28	1173	75	13	1224	0	0

Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy	Czas	Znorm. prędkość obrotowa	Znorm. moment obrotowy
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
1225	0	0	1230	0	0	1235	0	0
1226	0	0	1231	0	0	1236	0	0
1227	0	0	1232	0	0	1237	0	0
1228	0	0	1233	0	0	1238	0	0
1229	0	0	1234	0	0			

Cykl NRTC jest przedstawiony niżej w formie graficznej.



13. Wymagania dotyczące trwałości — Okres trwałości emisji i współczynnik pogorszenia.

Niniejszy dodatek stosuje się tylko do silników o zapłonie samoczynnym w etapach IIIA, IIIB i IV.

13.1. Producent powinien określić współczynnik pogorszenia emisji (DF) dla każdego kontrolowanego zanieczyszczenia dla wszystkich rodzin silników w etapach IIIA i IIIB. Współczynniki te należy stosować do homologacji typu i badań na linii produkcyjnej.

13.1.1. Badania w celu określenia DF przeprowadza się w sposób podany niżej.

13.1.1.1. Producent powinien przeprowadzić próby trwałości, aby zgromadzić określoną liczbę godzin pracy silnika zgodnie z programem, który jest ustalony na podstawie właściwej oceny inżynierskiej jako reprezentatywny dla pracy silników w eksploatacji pod względem pogorszenia emisji. Czas próby powinien być równoważny co najmniej jednej czwartej okresu trwałości emisji (EDP).

Godziny pracy mogą być gromadzone podczas pracy silnika na hamulcowym stanowisku pomiarowym lub podczas rzeczywistej eksploatacji maszyny. Mogą być stosowane przyspieszone próby trwałości, podczas których program próby trwałości jest realizowany przy większym obciążeniu niż występuje w typowej eksploatacji. Współczynnik korelacyjny wyrażający stosunek liczby godzin próby trwałości do równoważnej liczby godzin EDP powinien być określony na podstawie właściwej oceny inżynierskiej.

W czasie próby trwałości żaden element silnika wpływający na emisję nie może być poddany obsłudze lub wymianie, jeśli to nie wchodzi w zakres typowej obsługi technicznej zalecanej przez wytwórcę.

Silnik, zespoły i elementy poddane próbom w celu określenia współczynników pogorszenia (DF) emisji z układu wydechowego dla rodziny silników lub rodziny silników wyposażonych w równoważne układy ograniczenia emisji powinny być wybrane przez wytwórcę na podstawie właściwej oceny inżynierskiej. Podstawowym kryterium jest to, że badany silnik powinien być reprezentatywny pod względem charakterystyki pogorszenia emisji dla rodziny, dla której otrzymane wartości DF będą stosowane do homologacji. Silniki mające inne średnice i skoki, inne układy cylindrów, inne układy wlotowe powietrza, inne układy paliwowe uważa się za równoważne pod względem charakterystyki pogorszenia emisji, jeśli jest do tego rozsądna podstawa techniczna.

Można stosować wartości DF od innego wytwórcy, jeśli jest rozsądna podstawa do uznania równoważności stosowanych technologii pod względem pogorszenia emisji i dowód, że próby zostały przeprowadzone zgodnie z ustalonymi wymaganiami.

Testy emisji przeprowadza się zgodnie z procedurami zdefiniowanymi w niniejszym rozporządzeniu dla silnika badanego po początkowym dotarciu, lecz przed gromadzeniem godzin pracy, oraz po zakończeniu próby trwałości. Można także przeprowadzić testy emisji w odstępach czasu podczas okresu gromadzenia godzin pracy i stosować ich wyniki w celu określenia przebiegu pogorszenia emisji.

13.1.1.2. Próby gromadzenia godzin pracy lub testy emisji wykonywane w celu określenia współczynników pogorszenia nie muszą być przeprowadzane w obecności jednostki homologującej.

13.1.1.3. Określenie wartości DF na podstawie próby trwałości

Addytywny współczynnik DF jest określany przez odjęcie wartości emisji określonej na początku EDP od wartości określonej jako reprezentatywna dla emisji w końcu EDP.

Współczynnik mnożnikowy DF jest definiowany jako iloraz emisji określonej dla końca EDP i zmierzonej na początku EDP.

Oddzielne wartości DF należy określić dla każdego z zanieczyszczeń objętych przepisami. Wartości DF addytywnego dla sumy HC + NO_x określa się na podstawie sumy tych zanieczyszczeń, nie zważając na fakt, że wartość ujemna emisji dla jednego zanieczyszczenia może nie kompensować jej wzrostu dla drugiego. W przypadku współczynnika mnożnikowego DF dla sumy HC + NO_x określa się oddzielnie współczynnik dla HC i NO_x i stosuje się je oddzielnie do obliczenia emisji na podstawie wyników testu z uwzględnieniem pogorszenia, po czym sumuje się wynikowe wartości dla HC i NO_x w celu ustalenia zgodności z normą.

W przypadku gdy próba nie obejmuje całego EDP, wartość emisji dla jego końca określa się przez ekstrapolację trendu pogorszenia w okresie przeprowadzonej próby na cały EDP.

Jeżeli wyniki testów emisji były rejestrowane co pewien czas podczas próby trwałości, to emisję dla końca EDP określa się, stosując odpowiednie typowe metody statystyczne. Statystyczne testy istotności mogą być stosowane do obliczenia końcowych wartości emisji.

Jeśli wartości obliczone dla współczynnika mnożnikowego są mniejsze niż 1,00 lub dla współczynnika addytywnego mniejsze niż 0,00, jako wartości DF przyjmuje się odpowiednio 1,00 lub 0,00.

13.1.1.4. Producent może, po uzyskaniu zgody jednostki homologującej, stosować wartości DF ustalone na podstawie próby trwałości przeprowadzonej w celu określenia DF dla potrzeb homologacji silnika pojazdu drogowego. Dopuszcza się to, jeśli występuje równoważność pod względem technologicznym zbadanego silnika pojazdu drogowego i rodzin silników maszyn niedrogowych, dla których wartość DF ma być stosowana do celów homologacji. Wartości DF wyprowadzone na podstawie wyników prób trwałości silnika pojazdu drogowego muszą zostać obliczone na bazie wartości EDP zdefiniowanych w pkt 2.

13.2. Informacje o DF w wystąpieniu o homologację

13.2.1. Współczynnik addytywny powinien zostać podany dla każdego zanieczyszczenia w wystąpieniu o homologację rodziny silników o zapłonie samoczynnym niewyposażonych w urządzenia do dodatkowego oczyszczania spalin.

13.2.2. Współczynniki addytywne powinny zostać podane dla każdego zanieczyszczenia w wystąpieniu o homologację rodziny silników o zapłonie samoczynnym wyposażonych w urządzenia do dodatkowego oczyszczania spalin.

13.2.3. Na żądanie jednostki technicznej producent powinien dostarczyć jej informacje uzasadniające podane wartości DF. Do typowych informacji należą wyniki testów emisji, program próby trwałości, procedury obsługi technicznej, jak również uzasadnienie oceny inżynierskiej dotyczącej równoważności pod względem technologicznym, jeśli została przeprowadzona.

14. Okres trwałości emisji dla silników w etapach IIIA, IIIB i IV.

14.1. Wytwórcy powinni stosować EDP podane w tabeli 5 w niniejszym rozdziale.

Tabela 5

Kategorie EDP dla silników o zapłonie samoczynnym w etapach IIA, IIIB i IV

Kategoria (zakres mocy)	Okres trwałości (godziny) EDP
≤ 37 kW (silniki pracujące ze stałą prędkością obrotową)	3 000
≤ 37 kW (silniki niepracujące ze stałą prędkością obrotową)	5 000
> 37 kW	8 000
Silniki używane w jednostkach pływających po wodach śródlądowych	10 000
Silniki spalinowych wagonów silnikowych	10 000

Załącznik nr 3

PROCEDURA TESTU DLA SILNIKÓW Z ZAPŁONEM ISKROWYM

1.1. W niniejszym załączniku opisana jest metoda wyznaczania emisji zanieczyszczeń gazowych badanych silników.

1.2. Test powinien być wykonywany na silniku zamontowanym na stanowisku badawczym sprzęgniętym z hamulcem.

2. Warunki testu

2.1. Warunki testu silnika

Należy mierzyć temperaturę bezwzględną powietrza na wlocie do silnika T_a w K i ciśnienie atmosferyczne powietrza suchego p_s w kPa i określić współczynnik [fnof] zgodnie z wzorem:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

2.1.1. Dla uznania ważności testu parametr [fnof] powinien spełniać warunek:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. Silniki z chłodzeniem powietrza doładowującego

Rejestruje się temperaturę czynnika chłodzącego i temperaturę powietrza doładowującego.

2.2. Układ dolotowy silnika

Badany silnik powinien być wyposażony w układ dolotowy powietrza charakteryzujący się oporami przepływu powietrza na poziomie górnej wartości podciśnienia nie większym niż 10 % od górnej granicy podanej przez producenta przy czystym filtrze powietrza, w warunkach pracy silnika zapewniających największe natężenie przepływu powietrza. Dla małych silników o zapłonie iskrowym o pojemności < 1 000 cm³ należy zastosować układ reprezentatywny dla zainstalowanego silnika.

2.3. Układ wylotowy silnika

Badany silnik wyposaża się w układ wylotowy stwarzający nadciśnienie spalin różniące się nie więcej niż 10 % od górnej granicy podanej przez producenta w warunkach pracy silnika zapewniających uzyskanie zadeklarowanej mocy maksymalnej. Dla małych silników o zapłonie iskrowym o pojemności < 1000 cm³ należy zastosować układ reprezentatywny dla zainstalowanego silnika.

2.4. Układ chłodzenia

Układ chłodzenia silnika powinien posiadać dostateczną wydajność (pojemność), aby otrzymać normalne wartości temperatury pracy silnika podane przez producenta. Warunek powyższy ma również zastosowanie do zespołów, które muszą być dołączone w celu pomiaru mocy, aby zapewnić dostęp do końcówki wału korbowego.

2.5. Olej smarujący

Producent musi stosować oleje silnikowe wybrane spośród dostępnych w handlu olejów silnikowych. Parametry zastosowanego oleju smarującego powinny być zarejestrowane i zamieszczone w pkt 10.2 i wyszczególnione wraz z wynikami testu.

2.6. Regulowane gaźniki

Silniki z gaźnikami z ogranicznikami regulacji należy badać przy obu granicznych regulacjach.

2.7. Paliwo do testu

Stosuje się paliwo wzorcowe o właściwościach określonych w certyfikacie zgodności typu.

Liczbę oktanową i gęstość paliwa wzorcowego zastosowanego w teście powinna być zanotowana w pkt 10.1.1.

W przypadku silników dwusuwowych stosunek paliwo/olej mieszanki musi być stosunkiem zalecanym przez producenta. Procent oleju w mieszance paliwo/środek smarny zasilającej silniki dwusuwowe i wynikającą stąd gęstość paliwa należy podać w pkt 10.1.3.

2.8. Ustalanie nastawów hamulca

Pomiary emisji powinny być oparte na nekorygowanej mocy mierzonej za pomocą hamulca. Wyposażenie niezbędne do pracy maszyny, które może być zamontowane, należy zdemontować na czas testu. Jeżeli wyposażenie niezbędne do pracy maszyny nie może być zdemontowane, należy określić moc pochłanianą przez to wyposażenie w celu wyliczenia nastawów hamulca (z wyjątkiem silników, w których wyposażenie takie stanowi integralną część silnika, np. wentylatory chłodzące silników chłodzonych powietrzem).

Należy ustawić, w przypadku silników, w których możliwe jest dokonanie takiej regulacji, opory przepływu w układzie dolotowym i nadciśnienie spalin w przewodzie wylotowym na największe graniczne wartości dopuszczone przez producenta, określone w pkt 2.2 i 2.3.

Wartości maksymalne momentu obrotowego przy określonych prędkościach obrotowych testu należy wyznaczyć doświadczalnie w celu wyliczenia wartości momentu obrotowego dla poszczególnych faz testu. W przypadku silników, które nie są przeznaczone do pracy w całym zakresie prędkości obrotowej krzywej pełnego obciążenia momentem obrotowym, maksymalny moment obrotowy i prędkości obrotowe testu powinny zostać wskazane przez producenta.

Nastawy silnika, dla każdej fazy testu, należy obliczyć według następującego wzoru:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

S — ustawienie hamulca (kW),

P_M — maksymalna zmierzona lub deklarowana moc odpowiadająca prędkości obrotowej testu w warunkach testu (patrz pkt 10),

P_{AE} — deklarowana łączna moc pochłaniana przez każde wyposażenie pomocnicze zamontowane w czasie testu (kW) i niewymagane w pkt 10,

L — moment obrotowy wyrażony w procentach momentu wyszczególnionego dla fazy testu.

Jeżeli stosunek:

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

to wartość P_{AE} może być zweryfikowana przez właściwą jednostkę wystawiającą certyfikat homologacji typu.

3. Przebieg testu

3.1. Zainstalowanie wyposażenia pomiarowego

Wyposażenie pomiarowe i sondy pobierające próbki należy zainstalować zgodnie z wymaganiami.

W przypadku gdy stosowany jest układ rozcieńczania całkowitego przepływu spalin, do układu należy dołączyć przewód wylotowy.

3.2. Rozruch układu rozcieńczania i silnika

Układ rozcieńczania i silnik należy uruchomić i nagrzać do momentu, aż przy pełnym obciążeniu i znamionowej prędkości obrotowej wszystkie temperatury i ciśnienia ustabilizują się (pkt 3.5.2).

3.3. Regulacja stopnia rozcieńczenia

Całkowity stopień rozcieńczenia nie powinien być mniejszy od 4.

Dla układów regulowanych stężeniem CO_2 i NO_x na początku i na końcu każdego testu mierzy się stężenie CO_2 i NO_x w powietrzu rozcieńczającym.

Wartości stężenia CO_2 i NO_x tła powietrza rozcieńczającego zmierzone na początku i na końcu nie powinny przekraczać odpowiednio 100 ppm i 5 ppm.

W przypadku zastosowania układu pomiarowego rozcieńczonych spalin odpowiednie stężenia tła określa się, zbierając powietrze rozcieńczające do worka pomiarowego w czasie całego przebiegu testu.

Ciągły pomiar stężenia tła (bez użycia worka do poboru próbek) wykonuje się co najmniej trzykrotnie: na początku, na końcu i w pobliżu połowy cyklu, zmierzone zaś wartości uśredniają się. Pomiar tła można pominąć, o ile wystąpi o to producent.

3.4. Sprawdzenie analizatorów

Analizatory do pomiaru emisji skaluje się do wartości zerowej i sprawdza się zakresy pomiarowe.

3.5. Cykl testu

Niedrogowe urządzenia ruchome, określone w § 3 ust. 1 lit. c rozporządzenia, w których zamontowane zostały silniki z zapłonem iskrowym o mocy netto nie większej niż 19 kW.

3.5.1. Należy przeprowadzać następujące cykle pomiarowe silnika sprzęgniętego z hamulcem w zależności od danego rodzaju maszyn:

- 1) cykl D (identyczny z cyklem D2 wg normy ISO 8168-4: 1996(E)): silniki o stałej prędkości obrotowej i różnym obciążeniu jak w generatorach prądotwórczych;

- 2) cykl G1: zastosowania do silników zamontowanych w maszynach „nietrzymałych w ręku” o różnej prędkości obrotowej;
 3) cykl G2: zastosowania do silników „nietrzymałych w ręku” o znamionowej prędkości obrotowej;
 4) cykl G3: zastosowania do silników zamontowanych w maszynach „trzymałych w ręku”.

3.5.1.1. Fazy testu i współczynniki wagowe

Cykl D											
Numer fazy	1	2	3	4	5						
Prędkość obrotowa silnika	Znamionowa prędkość obrotowa					Pośrednia prędkość obrotowa					Prędkość obrotowa biegu jałowego
Obciążenie ⁽¹⁾ %	100	75	50	25	10						
Współczynnik wagowy	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

Cykl G1											
Numer fazy						1	2	3	4	5	6
Prędkość obrotowa silnika	Znamionowa prędkość obrotowa					Pośrednia prędkość obrotowa					Prędkość obrotowa biegu jałowego
Obciążenie %						100	75	50	25	10	0
Współczynnik wagowy						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Cykl G2											
Numer fazy	1	2	3	4	5						6
Prędkość obrotowa silnika	Znamionowa prędkość obrotowa					Pośrednia prędkość obrotowa					Prędkość obrotowa biegu jałowego
Obciążenie %	100	75	50	25	10						0
Współczynnik wagowy	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

Cykl G3											
Numer fazy	1										2
Prędkość obrotowa silnika	Znamionowa prędkość obrotowa					Pośrednia prędkość obrotowa					Prędkość obrotowa biegu jałowego
Obciążenie %	100										0
Współczynnik wagowy	0,85 ⁽²⁾										0,15 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Wartości obciążenia są wyrażone jako procentowe wartości momentu obrotowego odpowiadającego podstawowej wartości mocy zdefiniowanej jako największa moc uzyskana podczas zmiennej sekwencji mocy, która może być odbierana przez Nielimitowaną liczbę godzin w ciągu roku pomiędzy podanymi okresami obsługowymi i w podanych warunkach otoczenia; czynności obsługowe przeprowadzane są według wskazań wytwórcy. Dla lepszej ilustracji definicji mocy pierwotnej patrz rys. 2 normy ISO 8528-1: 1993(E).

⁽²⁾ Dla etapu I można przyjmując odpowiednio 0,90 i 0,10 zamiast 0,85 i 0,15.

3.5.1.2. Wybór odpowiedniego cyklu testu

Jeżeli znane jest ostateczne zastosowanie modelu silnika, wówczas cykl testu może być dobrany w oparciu o jeden z podanych poniżej przykładów. Jeżeli jest nieznane ostateczne zastosowanie silnika, wówczas odpowiedni cykl testu powinien zostać dobrany w oparciu o dane techniczne silnika.

3.5.1.3. Przykłady (wykaz nie jest ostateczny)

Typowe przykłady dla:

Cyklu D:

- 1) agregaty prądotwórcze pracujące ze zmiennym obciążeniem, w tym agregaty prądotwórcze na statkach i w pociągach (nie do napędu);
- 2) zespoły chłodzące;
- 3) zestawy spawalnicze/zgrzewalnicze;
- 4) sprężarki gazowe.

Cyklu G1:

- 1) silniki o przednim lub tylnym napędzie do kosiarek trawnikowych;
- 2) wózki golfowe;
- 3) zamiatarki trawników;
- 4) wirnikowe lub cylindryczne kosiarki trawnikowe sterowane nogą;
- 5) wyposażenie do usuwania śniegu;
- 6) wyposażenie do usuwania odpadków.

Cyklu G2:

- 1) przenośne agregaty prądotwórcze;
- 2) przenośne pompy;
- 3) przenośne spawarki/zgrzewarki i sprężarki powietrza.

Można także włączyć wyposażenie do pielęgnacji trawników i ogrodów, które pracuje przy znamionowej prędkości obrotowej.

Cyklu G3:

- 1) dmuchawy;
- 2) pily łańcuchowe;
- 3) przycinarki żywopłotów;
- 4) przenośne tartaki;
- 5) wirnikowe maszyny do uprawy roli;
- 6) opryskiwacze;
- 7) przycinarki strunowe;
- 8) wyposażenie próżniowe.

3.5.2. Wygrzewanie silnika

Dla ustabilizowania parametrów silnika zgodnie z wytycznymi producenta wygrzewanie silnika i układu należy przeprowadzić przy maksymalnej prędkości obrotowej i maksymalnym momencie obrotowym, przy czym okres wygrzewania powinien także stanowić zabezpieczenie przed pozostałościami z poprzedniego testu zgromadzonymi w układzie wylotowym stanowiska.

Uwaga: Okres ten jest również okresem stabilizacji między poszczególnymi momentami testu, który stosuje się do zminimalizowania oddziaływań przy przechodzeniu do poszczególnych faz testu.

3.5.3. Przebieg testu.

Cykle G1, G2 lub G3 testu należy przeprowadzić zgodnie z numeracją faz danego cyklu.

Czas pobierania próbki w każdej fazie powinien wynosić co najmniej 180 s.

Wartości stężenia składników toksycznych spalin należy mierzyć i rejestrować przez co najmniej 120 s w odpowiednich okresach próbkowania. W każdym punkcie pomiarowym długość trwania fazy powinna być wystarczająca dla uzyskania stabilizacji cieplnej silnika przed rozpoczęciem pobierania próbki. Długość trwania fazy powinna być rejestrowana i odnotowywana w sprawozdaniu z badań.

- 1) Badanie silników ze sterowanym zestawem testowych prędkości obrotowych hamulca

Podczas każdej fazy cyklu testu po początkowym okresie przejściowym wymagana prędkość obrotowa powinna być utrzymywana z dokładnością $\pm 1\%$ znamionowej prędkości obrotowej lub $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, przy czym miarodajna jest większa wartość, z wyjątkiem niskiej prędkości obrotowej biegu jałowego, która powinna być utrzymywana z dokładnością podaną przez producenta. Wymagany moment obrotowy powinien być utrzymywany w taki sposób, aby jego wartość średnia w trakcie dokonywania pomiarów nie różniła się więcej niż o $\pm 2\%$ od wartości maksymalnego momentu obrotowego przy prędkości obrotowej wziętej z testu.

2) Badania silników ze sterowanym zestawem testowych prędkości obrotowych hamulca

Podczas każdej fazy cyklu testu po początkowym okresie przejściowym wymagana prędkość obrotowa powinna być utrzymywana z dokładnością $\pm 2\%$ znamionowej prędkości obrotowej lub $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, przy czym miarodajna jest większa wartość (nie może być utrzymywana z dokładnością ponad $\pm 5\%$), z wyjątkiem niskiej prędkości biegu jałowego, która powinna być utrzymywana z dokładnością podaną przez producenta.

Podczas każdej fazy cyklu testu, gdy przewidziany moment obrotowy wynosi 50 % lub więcej wartości maksymalnego momentu obrotowego przy prędkości obrotowej wziętej z testu, prawidłowa średnia wartość momentu obrotowego w okresie zbierania danych powinna być utrzymywana z dokładnością $\pm 5\%$ przewidzianej wartości momentu obrotowego.

Podczas faz cyklu testu, gdy przewidziany moment obrotowy jest mniejszy niż 50 % maksymalnego momentu obrotowego przy prędkości obrotowej wziętej z testu, prawidłowa średnia wartość momentu obrotowego w okresie zbierania danych powinna być utrzymywana z dokładnością $\pm 10\%$ przewidzianej wartości momentu obrotowego lub $\pm 0,5 \text{ Nm}$, przy czym miarodajna jest większa wartość.

3.5.4. Odpowiedź analizatora

Sygnał wyjściowy analizatorów powinien być rejestrowany na taśmie rejestratora lub mierzony przez równorzędny system zbierania danych podczas przepływu spalin przez analizatory przez co najmniej ostatnie 180 s każdej fazy. Jeżeli do pomiarów rozcieńczonego CO_2 i CO stosowany jest worek do pobierania próbek, to próbka powinna być pobierana do worka przez ostatnie 180 s każdej fazy, następnie podana analizie, a wynik zarejestrowany.

3.5.5. Warunki pracy silnika

W każdej fazie, po uzyskaniu stabilizacji silnika, mierzy się prędkość obrotową i obciążenie silnika, temperaturę powietrza dolotowego i natężenie przepływu paliwa. Wszystkie dodatkowe dane potrzebne do obliczeń powinny być zarejestrowane (patrz pkt 6.1 i 6.2).

3.6. Powtórne sprawdzenie analizatorów

Po wykonanej próbie emisji do powtórnego sprawdzenia należy zastosować ten sam gaz zerowy i ten sam gaz wzorcowy. Próba powinna być uznana za ważną, jeżeli różnica między obydwojema wynikami pomiarów jest mniejsza od 2 %.

4. Procedury pomiarowe i pobieranie próbek

Zanieczyszczenia gazowe emitowane przez silnik poddany testowi powinny być mierzone metodami opisanymi w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.1. Metody te opisują zalecane układy analizy zanieczyszczeń gazowych.

4.1. Wymagania techniczne hamulca

Używa się hamulca o charakterystyce odpowiedniej dla przeprowadzenia cyklu testu, o którym mowa w pkt 3.5.1. Oprzyrządowanie dla pomiarów momentu obrotowego i prędkości obrotowej powinno pozwalać na określenie mocy na wale silnika w danych granicach. W takim przypadku mogą być potrzebne dodatkowe przeliczenia.

Dokładność wyposażenia pomiarowego musi być taka, aby nie zostały przekroczone maksymalne tolerancje podane w tabelach w pkt 4.3.

4.2. Natężenie przepływu paliwa i rozcieńczonego całkowitego przepływu spalin

Do pomiaru natężenia przepływu paliwa, które zostanie użyte do obliczeń emisji (pkt 6), należy zastosować mierniki natężenia przepływu paliwa o dokładności określonej w pkt 4.3.

Kiedy używa się układu rozcieńczania całkowitego przepływu, całkowity przepływ rozcieńczonych spalin (G_{TOTW}) powinien być mierzony za pomocą PDP lub CFV — załącznik nr 1.3 do rozporządzenia, pkt 9.2.1.2. Dokładność powinna być zgodna z postanowieniami załącznika nr 2 do rozporządzenia pkt 8.2.

4.3. Dokładność

Wzorcowanie całego oprzyrządowania pomiarowego powinno być zgodne z normami i spełniać wymagania podane w tabelach 2 i 3:

Tabela 2. Dopuszczalne odchyłki przyrządów do pomiaru parametrów silnika

Nr	Parametr	Dopuszczalna odchyłka
1	Prędkość obrotowa silnika	$\pm 2\%$ odczytu lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości dla silnika — należy przyjąć większą wartość
2	Moment obrotowy	$\pm 2\%$ odczytu lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości dla silnika — należy przyjąć większą wartość
3	Zużycie paliwa ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ maksymalnej wartości dla silnika
4	Zużycie powietrza ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ odczytu lub $\pm 1\%$ maksymalnej wartości dla silnika — należy przyjąć większą wartość

⁽¹⁾ Obliczenia emisji składników toksycznych spalin, jak to opisano w niniejszym rozporządzeniu, są w niektórych przypadkach oparte na różnych metodach pomiarów i/lub obliczeń. Ze względu na ograniczenia sumarycznych tolerancji wyliczanej emisji składników toksycznych spalin dopuszczalne wartości dla niektórych parametrów używanych w odpowiednich równaniach muszą być mniejsze niż przyjęte w ISO 3046-3.

Tabela 3. Dopuszczalne odchyłki przyrządów do pomiaru innych parametrów podstawowych

Nr	Parametr	Dopuszczalna odchyłka
1	temperatura s 600 K	± 2 K temperatury absolutnej
2	temperatura a 600 K	$\pm 1\%$ odczytu
3	ciśnienie spalin	$\pm 0,2$ kPa ciśnienia bezwzględnego
4	podciśnienie w kolektorze dolotowym	$\pm 0,05$ kPa ciśnienia bezwzględnego
5	ciśnienie atmosferyczne	$\pm 0,1$ kPa ciśnienia bezwzględnego
6	pozostałe ciśnienia	$\pm 0,1$ kPa ciśnienia bezwzględnego
7	wilgotność względna	$\pm 3\%$ wilgotności bezwzględnej
8	wilgotność bezwzględna	$\pm 5\%$ odczytu
9	natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego	$\pm 2\%$ odczytu
10	natężenie przepływu rozcieńczonych spalin	$\pm 2\%$ odczytu

4.4. Oznaczanie składników gazowych

4.4.1. Ogólne wymagania techniczne analizatorów

Analizatory powinny mieć zakres pomiarowy dostosowany do dokładności wymaganej przy pomiarach stężenia składników spalin, o której mowa w pkt 4.4.1.1. Zaleca się, aby analizatory pracowały tak, aby mierzone stężenie zawierało się między 15 % i 100 % pełnej skali. Jeżeli wartość pełnej skali wynosi 155 ppm (lub ppm C) lub mniej, lub jeżeli są używane układy odczytu (komputery, rejestratory danych), które zapewniają wystarczającą dokładność i wynik poniżej 15 % pełnej skali, stężenia poniżej 15 % pełnej skali są również do zaakceptowania. W takim przypadku powinny być wykonane dodatkowe wzorcowania dla potwierdzenia dokładności krzywych wzorcowania, o których mowa w pkt 5.5.5.2.

Elektromagnetyczna kompatybilność (EMC) wyposażenia powinna być na takim poziomie, aby zminimalizować dodatkowe błędy.

4.4.1.1. Dokładność analizatorów

Analizator nie powinien odchyłać się od nominalnego punktu wzorcowania więcej niż o $\pm 2\%$ odczytanej wartości w całym zakresie pomiarowym, z wyjątkiem zera, i o $\pm 0,3\%$ pełnej skali przy zerze. Dokładność należy wyznaczyć zgodnie z wymaganiami dotyczącymi wzorcowania podanymi w pkt 4.3.

4.4.1.2. Powtarzalność

Powtarzalność zdefiniowana jako 2,5-krotne standardowe odchylenie 10 kolejnych odpowiedzi na gaz wzorcowy lub wzorcowy dla danego zakresu pomiarowego nie może być większa niż $\pm 1\%$ pełnej skali stężenia dla każdego zakresu używanego powyżej 100 ppm (lub ppm C) lub $\pm 2\%$ dla każdego zakresu używanego poniżej 100 ppm (lub ppm C).

4.4.1.3. Szum

Różnica wartości szczytowych odpowiedzi analizatora na gaz zerowy i na gaz wzorcowy lub wzorcowy dla danego zakresu pomiarowego w ponad 10-sekundowym okresie nie może przekraczać 2 % pełnej skali we wszystkich używanych zakresach.

4.4.1.4. Pełzanie zera

Odpowiedź zerowa jest definiowana jako średnia odpowiedź, wraz z szumem, na gaz zerowy podczas 30-sekundowych odstępów. Pełzanie zera w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali w najniższym używanym zakresie.

4.4.1.5. Pełzanie punktu końcowego zakresu pomiarowego

Odpowiedź na gaz wzorcowy jest definiowana jako średnia odpowiedź, włączając szum, na gaz wzorcowy zakresu pomiarowego w 30-sekundowych odstępach. Pełzanie zakresu pomiarowego w okresie jednej godziny powinno być mniejsze niż 2 % pełnej skali na najniższym używanym zakresie.

4.4.2. Osuszanie gazu

Spaliny mogą być poddawane pomiarom w stanie suchym lub mokrym. Każde urządzenie do osuszania gazu, które zostało użyte, musi mieć minimalny wpływ na stężenie mierzonych gazów. Stosowanie chemicznych suszarek nie jest akceptowanym sposobem usuwania wody z próbki.

4.4.3. Analizatory

Pkt 4.4.3.1 do 4.4.3.5 opisują zasady pomiarowe, które powinny być stosowane. Szczegółowy opis układów pomiarowych określa załącznik nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.

Gazy powinny być badane przy użyciu przyrządów określonych w niniejszym załączniku. Dla analizatorów nieliniowych dopuszcza się użycie układów linearyzujących.

4.4.3.1. Oznaczanie tlenku węgla (CO)

Analizator tlenku węgla powinien być typu absorpcyjnego niedispersyjnego działający na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

4.4.3.2. Oznaczanie dwutlenku węgla (CO₂)

Analizator dwutlenku węgla powinien być typu absorpcyjnego niedispersyjnego działający na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

4.4.3.3. Oznaczanie tlenu (O₂)

Analizatory tlenu powinny być typem detektora paramagnetycznego (PMD), dwutlenku cyrkonu (ZRDO) lub czujnika elektrochemicznego (ECS). Czujniki oparte na dwutlenku cyrkonu nie są zalecane, jeśli stężenia HC i CO są tak wysokie jak w silnikach o zapłonie iskrowym spalających mieszankę ubogą. Czujniki elektrochemiczne powinny posiadać kompensację interferencji CO₂ i NO_x.

4.4.3.4. Oznaczanie węglowodorów (HC)

Analizator węglowodorów powinien być typu podgrzewanego detektora jonizacji w płomieniu (HFID) z detektorem, zaworami, przewodami rurowymi itp., podgrzewanymi tak, aby utrzymać temperaturę gazu na poziomie 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C).

Przy próbkowaniu rozcieńczonych gazów analizator węglowodorów powinien być typem podgrzewanego detektora jonizacji w płomieniu (HFID) bądź detektora jonizacji w płomieniu (FID).

4.4.3.5. Oznaczanie tlenków azotu (NO_x)

Analizator tlenków azotu powinien być typem detektora chemiluminescencyjnego (CLD) lub podgrzewanego detektora chemiluminescencyjnego (HCLD) z konwerterem NO₂/NO, jeżeli pomiar przeprowadza się dla spalin suchych.

Jeżeli pomiar przeprowadza się dla spalin mokrych, powinien być używany HCLD z konwerterem utrzymanym w temperaturze powyżej 328 K (55 °C), pod warunkiem że sprawdzenie tłumiącego wpływu (w załączniku nr 2 do rozporządzenia pkt 7.9.2.2) wody wypadło pozytywnie.

Dla obu przyrządów: CLD i HCLD temperatura ścianek ductu poboru próbki powinna być utrzymywana w granicach od 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C).

4.4.4. Pobieranie próbek gazowych składników emisji

Jeżeli na skład spalin ma wpływ jakiś układ dodatkowy do oczyszczania spalin, próbka spalin musi być pobrana za tym urządzeniem (idąc z prądem).

Sonda do pobierania próbek spalin powinna być umieszczona po stronie wysokociśnieniowej tłumika, lecz tak daleko od otworu wylotowego, jak to jest możliwe. Dla zapewnienia pełnego wymieszania spalin silnika, zanim pobierze się próbkę, można zastosować komorę mieszania między wylotem tłumika a sondą. Wewnętrzna objętość komory mieszania nie może być mniejsza niż 10-krotna pojemność bada-

nego silnika, komora zaś powinna mieć w przybliżeniu jednakowe wymiary wysokości, długości i szerokości, upodabniając się do sześcianu. Powinien być zachowany tak mały rozmiar komory mieszania, jak to wynika z praktycznego punktu widzenia, i powinna ona być umieszczona tak blisko silnika, jak to możliwe. Przewód wylotowy wychodzący z komory mieszania tłumika powinien rozciągać się na ponad 610 mm poza miejsce usytuowania sondy i mieć dostateczną wielkość, aby zminimalizować nad ciśnienie. Temperatura wewnętrznej powierzchni komory mieszania powinna być utrzymywana powyżej punktu rosy spalin; zalecana jest minimalna temperatura 338 K (65 °C). Wszystkie składniki toksyczne mogą być mierzone wprost w tunelu rozcieńczającym lub metodą pobierania próbek do worka z następnym pomiarem stężenia w worku pomiarowym.

5. Wzorcowanie aparatury analitycznej

5.1. Każdy analizator powinien być wzorcowany tak często, jak to jest konieczne do spełnienia wymagań dokładności niniejszej normy; metoda ta opisana jest dla analizatorów wymienionych w pkt 4.4.3.

5.2. Gazy wzorcowe

Dopuszczalny okres przechowywania wszystkich gazów wzorcowych musi być przestrzegany, a datę utraty ważności gazów wzorcowych, ustaloną przez producenta, rejestruje się.

5.2.1. Czyste gazy (gazy robocze).

Wymaganą czystość gazów określa się poprzez graniczne zanieczyszczenia podane poniżej. Należy dysponować następującymi gazami do wzorcowania:

- 1) oczyszczony azot (zanieczyszczenie ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO),
- 2) oczyszczony tlen (czystość $> 99,5$ % obj. O₂),
- 3) mieszanina wodoru — hel (40 ± 2 % wodoru, reszta hel); (zanieczyszczenie ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO₂),
- 4) oczyszczone syntetyczne powietrze (zanieczyszczenie \leq ppm C, \leq ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO) (zawartość tlenu między 18 % a 21 % obj.).

5.2.2. Gazy wzorcowe i gazy wzorcowe do ustawiania zakresu pomiarowego (ang. *span gases*)

Powinny być dostępne mieszaniny gazów posiadające następujący skład chemiczny:

- 1) C₃H₈ i oczyszczone syntetyczne powietrze (patrz pkt 5.2.1),
- 2) CO i oczyszczony azot,
- 3) NO_x i oczyszczony azot (ilość NO₂ zawarta w tym gazie wzorcowym nie może przekraczać 5 % zawartości NO),
- 4) CO₂ i oczyszczony azot,
- 5) CH₄ i oczyszczone syntetyczne powietrze,
- 6) C₂H₆ i oczyszczone syntetyczne powietrze.

Uwaga: Dopuszczalne są kombinacje innych gazów, pod warunkiem że gazy nie będą wchodzić w reakcje między sobą.

Rzeczywiste stężenie gazu wzorcowego i gazu do sprawdzania zakresu pomiarowego zawiera się w granicach ± 2 % wartości nominalnej. Wszystkie stężenia gazu wzorcowego powinny być określone objętościowo (procent objętości lub ppm objętości).

Gazy użyte do wzorcowania i sprawdzania zakresu pomiarowego można także otrzymać za pomocą precyzyjnych urządzeń do mieszania (rozdzielaczy gazu), przy czym do rozcieńczania należy stosować oczyszczony N₂ lub oczyszczone powietrze syntetyczne. Dokładność urządzenia mieszającego musi być taka, aby stężenie rozcieńczonych gazów wzorcowych mogło być określone z dokładnością $\pm 1,5$ %. Taka dokładność sprawia, że gazy wyjściowe użyte do zmieszania muszą być dobrane z dokładnością co najmniej ± 1 % wyznaczoną według Polskich Norm lub norm zharmonizowanych dla gazów. Sprawdzenie powinno być dokonane między 15 i 50 % pełnej skali dla każdego wzorcowania z zastosowaniem urządzenia do mieszania.

Urządzenie do mieszania może być sprawdzane za pomocą przyrządu, który jest liniowy, na przykład za pomocą CLD z użyciem gazu NO. Wartość wzorcowa przyrządu powinna zostać wyregulowana za pomocą gazu wzorcowego zakresu pomiarowego bezpośrednio dostarczanego do przyrządu. Urządzenie do mieszania należy sprawdzić w używanych nastawach, a nominalną wartość należy porównywać ze zmierzonym przez przyrząd stężeniem.

5.2.3. Sprawdzenie zakłócenia tlenowego

Gazy do sprawdzania zakłócenia tlenowego powinny zawierać węglowodór propan z 350 ppm C \pm 75 ppm C. Wartość stężenia należy wyznaczyć z tolerancjami dla gazu wzorcowego za pomocą analizy chromatograficznej sumy węglowodorów z domieszkami lub za pomocą dynamicznego mieszania. Azot powinien być głównym rozcieńczalnikiem z dopełnieniem tlenem. Do badania silnika zasilanego benzyną stosuje się mieszaninę:

Stężenie zakłócenia O ₂ :	Dopełnienie
1) 10 (9 do 11)	Azot,
2) 5 (4 do 6)	Azot,
3) 0 (0 do 1)	Azot.

5.3. Procedura użytkowania analizatorów i układu pobierania próbek

Procedura użytkowania analizatorów powinna być zgodna z procedurą określoną przez producenta w instrukcji dotyczącej uruchomienia i działania przyrządu. Minimalne wymagania określone w pkt 5.3— 5.8 powinny być uwzględnione. Dla przyrządów laboratoryjnych, takich jak GC i wysoko jakościowa chromatografia cieczy (HPLC), stosuje się przyrządy określone w pkt 5.5.4.

5.4. Próba szczelności

5.4.1. Powinna zostać wykonana próba szczelności. Należy odłączyć sondę od układu wydechowego i zaślepić końcówkę. Należy włączyć pompę analizatora. Po początkowym okresie stabilizacji wszystkie przepływomierze powinny wskazywać zero. Jeżeli nie wskazują zera, linie pobierania próbek powinny być sprawdzone, a nieszczelności usunięte. Maksymalna dopuszczalna intensywność przecieku po stronie podciśnienia powinna wynosić 0,5 % wielkości natężenia przepływu wykorzystywanego w części układu, która jest sprawdzana. Do oceny natężenia wykorzystywanych przepływów można użyć przepływów analizatora i przepływów kanału bocznikowego.

Alternatywnie układ może zostać odpompowany do podciśnienia przynajmniej 20 kPa (80 kPa ciśnienia absolutnego). Po okresie początkowej stabilizacji wzrost ciśnienia δp (kPa/min) w układzie nie powinien przekroczyć:

$$\delta p = p / V_{\text{sys}} \times 0,005 \times fr$$

V_{sys} = objętość układu,

fr = natężenie przepływu w układzie (l/min)

5.4.2. Inną metodą jest wprowadzanie stopniowej zmiany stężenia na początku linii pobierania próbki poprzez przełączanie z zera na gaz wzorcowy zakresu pomiarowego. Jeżeli po tym po odpowiednim okresie odczyty pokazują niższe stężenie w porównaniu do stężenia zadanego, świadczy to o występowaniu problemów z wzorcowaniem lub z przeciekami.

5.5. Procedura wzorcowania

5.5.1. Zestaw aparatury

Zestaw aparatury powinien być wzorcowany, krzywe wzorcowania zaś sprawdzone gazami standardowymi. Należy zastosować takie same natężenia przepływu gazów jak podczas pobierania próbek spalin.

5.5.2. Czas wygrzewania

Czas wygrzewania powinien odpowiadać zaleceniom producenta. Jeżeli nie został on określony, zalecane jest minimum dwugodzinne wygrzewanie analizatorów.

5.5.3. Analizator NDIR i HFID

Analizator NDIR powinien być dostrojony, jeżeli jest to konieczne, a płomień spalania analizatora HFID powinien być zoptymalizowany (pkt 5.9.1).

5.5.4. GC i HPLC

Oba przyrządy należy wzorcować zgodnie z dobrą praktyką laboratoryjną i zaleceniami producenta.

5.5.5. Wyznaczanie krzywych wzorcowania

5.5.5.1. Ogólne wytyczne:

- 1) każdy normalnie używany zakres pomiarowy należy poddać wzorcowaniu;
- 2) analizatory CO, CO₂, NO_x i HC powinny zostać ustawione na zero przy użyciu oczyszczonego powietrza syntetycznego (lub azotu);
- 3) do analizatorów należy wprowadzić odpowiednie gazy wzorcowe, wartości zarejestrować oraz wyznaczyć krzywe kalibracji;
- 4) dla wszystkich zakresów pomiarowych, z wyjątkiem zakresu najniższego, do wyznaczenia krzywych wzorcowania należy użyć co najmniej 10 punktów wzorcowania (wyłączając zero) tak rozmieszczonych, że połowa punktów wzorcowania znajduje się poniżej 15 % pełnej skali analizatora, reszta zaś jest rozmieszczona powyżej 15 % pełnej skali. We wszystkich zakresach najwyższe nominalne stężenie musi być równe lub wyższe od 90 % pełnej skali;

- 5) krzywa kalibracji powinna zostać wyznaczona metodą najmniejszych kwadratów. Należy zastosować najlepiej dopasowane równanie liniowe lub nieliniowe;
- 6) punkty wzorcowania nie mogą różnić się od krzywej najlepiej dobranej za pomocą metody najmniejszych kwadratów więcej niż o $\pm 2\%$ odczytanej wartości lub o $\pm 0,3\%$ pełnej skali, przy czym decyduje największe odchylenie;
- 7) należy powtórnie sprawdzić ustawienie zera i powtórzyć procedurę wzorcowania, jeśli jest to konieczne.

5.5.5.2. Metody alternatywne

Jeżeli można wykazać, że techniki alternatywne (np. komputer, elektronicznie sterowany przełącznik zakresu) mogą dać równorzędną dokładność, wtedy można zastosować te alternatywne techniki.

5.6. Weryfikacja wzorcowania

Każdy normalnie używany zakres pracy powinien być sprawdzony przed każdą analizą zgodnie z następującą procedurą:

Wzorcowanie jest sprawdzane przy użyciu gazu zerowego i gazu wzorcowego danego zakresu pomiarowego o nominalnej wartości przekraczającej 80 % pełnej skali.

Jeżeli dla dwóch rozważanych punktów uzyskana wartość nie różni się od deklarowanej wartości odniesienia więcej niż o 4 % pełnej skali, mogą być zmienione parametry regulacyjne. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, należy zweryfikować gaz wzorcowy lub wyznaczyć nową krzywą wzorcowania zgodnie z pkt 5.5.5.1.

5.7. Wzorcowanie analizatora gazu znakującego do pomiaru natężenia przepływu spalin

Analizator do pomiaru stężenia gazu znakującego należy wzorcować, używając gazu standardowego. Krzywa wzorcowania powinna być wyznaczona za pomocą co najmniej 10 punktów wzorcowania (wyłączając zero) tak rozmieszczonych, że połowa punktów wzorcowania jest usytuowana między 4 % a 20 % pełnej skali analizatora, reszta zaś znajduje się między 20 % a 100 % pełnej skali.

Krzywa wzorcowania powinna zostać wyliczona metodą najmniejszych kwadratów.

Krzywa wzorcowania nie może różnić się więcej niż o $\pm 1\%$ pełnej skali od nominalnej wartości każdego punktu wzorcowania w zakresie od 20 % do 100 % pełnej skali. Nie może ona także różnić się więcej niż o $\pm 2\%$ odczytanej wartości od wartości nominalnej w zakresie od 4 % do 20 % pełnej skali.

Analizator powinien zostać ustawiony na zero i wywzorcowany przed rozpoczęciem testu za pomocą gazu zerowego i gazu wzorcowego zakresu pomiarowego, którego nominalna wartość jest większa od 80 % pełnej skali analizatora.

5.8. Próba sprawności konwertora NO_x

Sprawność konwertora użytego do przemiany NO_2 w NO jest badana zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt od 5.8.1 do 5.8.8.

5.8.1. Układ pomiarowy

Sprawność konwertora może być zbadana za pomocą ozonatora przy zastosowaniu układu pomiarowego i poniższej procedury.

5.8.2. Wzorcowanie

CLD i HCLD powinny być wzorcowane w najczęściej stosowanym zakresie działania zgodnie z wymaganiami wytwórcy przy użyciu gazu zerowego i gazu wzorcowego danego zakresu pomiarowego, w którym zawartość NO musi wynosić około 80 % zakresu roboczego, a stężenie NO_2 w mieszaninie gazów — mniejsze niż 5 % koncentracji NO . Analizator NO_x powinien działać w trybie pracy NO , tak aby gaz wzorcowy nie przechodził przez konwerty. Wskazaną wartość stężenia należy zarejestrować.

5.8.3. Obliczanie

Sprawność konwertora NO_x oblicza się w następujący sposób:

$$\text{Sprawność}(\%) = \left(1 + \frac{a-b}{c-d}\right) \times 100$$

gdzie:

a = stężenie NO_x zgodnie z pkt 5.8.6,

b = stężenie NO_x zgodnie z pkt 5.8.7,

c = stężenie NO zgodnie z pkt 5.8.4,

d = stężenie NO zgodnie z pkt 5.8.5.

5.8.4. Dodawanie tlenu

Tlen lub powietrze zerowe jest dodawane w sposób ciągły przez trójnik do strumienia gazu, aż wskazywane stężenie wyniesie w przybliżeniu o 20 % mniej niż wskazywane stężenie wzorcowania podane w pkt 5.8.2. (analizator jest w trybie pracy NO). Wskazywane stężenie (c) należy zarejestrować. Ozonator utrzymywany jest w stanie nieaktywnym w czasie tego procesu.

5.8.5. Aktywacja ozonatora

Ozonator należy uaktywnić, aby wytworzyć ilość ozonu wystarczającą do obniżenia koncentracji NO do około 20 % (minimum 10 %) koncentracji wzorcowania podanej w pkt 5.8.2. Wskazywane stężenie (d) należy zarejestrować (analizator jest w trybie pracy NO).

5.8.6. Tryb NO_x

Analizator NO jest wówczas przełączony na tryb pracy NO_x tak, że mieszanina gazów (składająca się z NO, NO₂, O₂ i N₂) przechodzi teraz przez konwertor. Wskazywane stężenie (a) należy zarejestrować (analizator jest w trybie pracy NO_x).

5.8.7. Dezaktywacja ozonatora

Ozonator jest teraz zdezaktywowany. Mieszanina gazów wymienionych w pkt 5.8.6 przepływa przez konwertor do detektora. Wskazywane stężenie (b) należy zarejestrować (analizator jest w trybie pracy NO_x).

5.8.8. Tryb NO

Przełączono na tryb NO z ozonatorem zdezaktywowanym; przepływ tlenu lub syntetycznego powietrza jest także odcięty. Odczyt NO_x z analizatora nie powinien różnić się więcej niż o ± 5 % od wartości zmierzonej zgodnie z pkt 5.8.2 (analizator jest w trybie pracy NO).

5.8.9. Częstotliwość sprawdzania

Sprawność konwertora musi być sprawdzana raz na miesiąc.

5.8.10. Wymagana sprawność

Sprawność konwertora nie powinna być mniejsza niż 90 %. Zalecana jest sprawność konwertora wyższa niż 95 %. Jeżeli, z analizatorem w najczęściej stosowanym zakresie pomiarowym, ozonator nie może dać redukcji z 80 % do 20 % zgodnie z pkt 5.8.5, wtedy należy zastosować najwyższy zakres, który będzie dawał taką redukcję.

5.9. Regulacja FID

5.9.1. Optymalizacja odpowiedzi detektora

HFID musi być wyregulowany zgodnie z wymaganiami producenta przyrządu. Jako gaz wzorcowy zakresu pomiarowego do optymalizacji odpowiedzi w najczęściej używanym zakresie roboczym stosuje się propan w powietrzu.

Przy natężeniu przepływu paliwa i przepływu powietrza zaleconym przez producenta do analizatora powinien być wprowadzony gaz wzorcowy zakresu pomiarowego o stężeniu 350 ± 75 ppm C.

Odpowiedź, przy danym natężeniu przepływu paliwa, powinna być określona z różnicy pomiędzy odpowiedzią na gaz wzorcowy zakresu pomiarowego i odpowiedzią na gaz zerowy.

Natężenie przepływu paliwa powinno być nastawiane powyżej i poniżej wartości wymaganych przez producenta.

Odpowiedzi na gaz wzorcowy i gaz zerowy przy tych natężeniach przepływu paliwa powinny zostać zarejestrowane. Różnica pomiędzy odpowiedziami na gaz wzorcowy zakresu pomiarowego i gaz zerowy powinna być przedstawiona na wykresie, a natężenie przepływu paliwa ustawione w zakresie wyższych wartości krzywej. Jest to wstępne ustawienie natężenia przepływu, które może wymagać dalszej optymalizacji w zależności od wyników współczynnika odpowiedzi węglowodorów i sprawdzenia zakłócenia tlenowego zgodnie z pkt 5.9.2 i 5.9.3. Jeżeli zakłócenie tlenowe i współczynniki odpowiedzi węglowodorów nie spełniają poniższych wymagań, należy ponadto wyregulować przepływ powietrza powyżej i poniżej wymaganych przez wytwórcę wartości. Sposób postępowania określony w pkt 5.9.2 i 5.9.3 powinien zostać powtórzony dla każdego przepływu.

5.9.2. Współczynniki odpowiedzi dla węglowodorów

5.9.2.1. Analizator powinien być wzorcowany przy użyciu propanu w powietrzu i oczyszczonego syntetycznego powietrza, zgodnie z pkt 5.5.

5.9.2.2. Współczynniki odpowiedzi powinny być określone od dnia użytkowania analizatora i po głównych okresach obsługowych. Współczynnikiem odpowiedzi (R_f) na poszczególne rodzaje węglowodorów jest stosunek odczytu FID wyrażonego jako C1 do stężenia gazu w butli wyrażonego w ppm C1.

5.9.2.3. Stężenie stosowanego w teście gazu musi być na poziomie, który daje odpowiedź w pobliżu 80 % pełnej skali. Stężenie określa się z dokładnością ± 2 % objętościowo w odniesieniu do normalnych wartości wagowych. Ponadto butla z gazem musi być wstępnie sezonowana przez 24 godziny w temperaturze 298 K (25 °C) ± 5 K.

1. Gazy stosowane w teście i zalecane odpowiadające im zakresy współczynnika odpowiedzi są następujące:

- 1) metan i oczyszczone syntetyczne powietrze: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$;
- 2) propylen i oczyszczone syntetyczne powietrze: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$;
- 3) toluen i oczyszczone syntetyczne powietrze: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$.

2. Podane powyżej wartości odnoszą się do współczynnika odpowiedzi (R_f) wynoszącego 1,00 dla propanu i oczyszczonego syntetycznego powietrza.

5.9.3. Sprawdzenie zakłócenia tlenowego

5.9.3.1. Sprawdzenie zakłócenia tlenowego powinno być wykonane przed oddaniem analizatora do eksploatacji i po głównych okresach obsługi. Należy wybrać zakres, w którym gazy do sprawdzania zakłócenia tlenowego będą odpowiadały górnej połowce. Sprawdzenie należy wykonać przy ustawieniu temperatury pieca na wymaganą wartość. Do sprawdzania zakłócenia tlenowego stosuje się gazy, o których mowa w pkt 5.2.3.

- 1) Analizator należy wyzerować.
- 2) Analizator należy wywzorcować w zakresie pomiarowym za pomocą mieszanki z 0 % tlenu w przypadku silników zasilanych benzyną.
- 3) Należy powtórnie sprawdzić odpowiedź zerową. Jeżeli uległa ona zmianie więcej niż o 0,5 % pełnej skali, czynności wymienione w ppkt 1) i 2) należy powtórzyć.
- 4) Należy zastosować gazy 5 % i 10 % do sprawdzenia zakłócenia tlenowego.
- 5) Należy powtórnie sprawdzić odpowiedź zerową. Jeśli uległa ona zmianie więcej niż o ± 1 % pełnej skali, sprawdzenia należy powtórzyć.
- 6) Zakłócenie tlenowe (% O_2) dla każdej mieszaniny należy kolejno wyliczyć w następujący sposób:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \qquad ppmC = \frac{A}{D}$$

gdzie:

A = stężenie węglowodorów (ppmC) zastosowanego gazu wzorcowego zakresu pomiarowego z podpunktu (b),

B = stężenie węglowodorów (ppmC) zastosowanych gazów sprawdzających zakłócenie tlenowe z podpunktu (d),

C = odpowiedź analizatora,

D = odpowiedź analizatora według A wyrażona w procentach pełnej skali.

- 7) Zakłócenie tlenowe w % (% O_2) powinno być mniejsze niż ± 3 % dla wszystkich zastosowanych gazów do sprawdzania zakłócenia tlenowego przed testem.
- 8) Jeżeli zakłócenie tlenowe jest większe niż ± 3 %, należy wyregulować przepływ powietrza powyżej i poniżej wartości wymaganych przez producenta, powtarzając czynności określone w pkt 5.9.1 dla każdego przepływu.
- 9) Jeżeli zakłócenie tlenowe jest większe niż ± 3 % po wyregulowaniu przepływu powietrza, natężenie przepływu paliwa i następnie natężenie przepływu próbki spalin należy zmienić zgodnie z pkt 5.9.1 dla każdego nowego ustawienia.
- 10) Jeżeli zakłócenie tlenowe jest nadal większe niż ± 3 %, analizator, FID lub palnik powinien zostać naprawiony lub paliwo bądź powietrze — skorygowane/zmienione przed badaniami. Czynności niniejszego punktu należy następnie powtórzyć ze zmienionymi lub poprawionymi wyposażeniem bądź gazami.

5.10. Wpływ interferencji w analizatorach CO, CO₂, NO_x i O₂

Gazy obecne w spalinach inne niż dany gaz poddawany analizie mogą zakłócać odczyt na kilka sposobów.

Zakłócenie pozytywne pojawia się w urządzeniach NDIR i PMD, gdy gaz zakłócający wywołuje ten sam efekt jak gaz podlegający pomiarowi, lecz w mniejszym stopniu.

Zakłócenie negatywne pojawia się w urządzeniach NDIR, gdy gaz zakłócający rozszerza pasmo absorpcji mierzonego gazu oraz w urządzeniach CLD, gdy gaz zakłócający tłumi promieniowanie.

Sprawdzanie zakłóceń wymienionych w pkt 5.10.1 i 5.10.2 powinno być przeprowadzone przed pierwszym użyciem analizatorów oraz po głównych okresach obsługowych, lecz co najmniej raz na rok.

5.10.1. Sprawdzanie zakłóceń w analizatorze CO

Woda i CO₂ mogą zakłócać wskazania analizatora CO. Dlatego gaz wzorcowy zakresu pomiarowego CO₂ o stężeniu CO₂ od 80 % do 100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego użytego podczas sprawdzania powinien być przepuszczony w formie pęcherzyków przez wodę o pokojowej temperaturze, a odpowiedź analizatora zarejestrowana. Odpowiedź analizatora nie może być większa niż 1 % pełnej skali dla zakresów równych lub powyżej 300 ppm i większa od 3 ppm dla zakresów poniżej 300 ppm.

5.10.2. Sprawdzanie tłumienia w analizatorze NO_x

Gazami, jakie brane są pod uwagę dla analizatorów CLD (i HCLD), są CO₂ i para wodna. Odpowiedzi tłumienia tych gazów są proporcjonalne do ich stężenia i dlatego wymagają technik badawczych pozwalających wyznaczyć tłumienie przy najwyższych spodziewanych stężeniach spotykanych podczas badań.

5.10.2.1. Sprawdzanie tłumienia wywołanego przez CO₂.

Gaz wzorcowy zakresu pomiarowego CO₂ o stężeniu od 80 % do 100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego powinien być przepuszczony przez analizator NDIR, a wartość CO₂ zarejestrowana jako A. Następnie powinien on być rozcieńczony o około 50 % gazem wzorcowym NO zakresu pomiarowego i przepuszczony przez NDIR i (H)CLD z rejestracją wartości CO₂ i NO odpowiednio jako B i C. Należy odciąć CO₂ i przepuścić sam gaz zakresu pomiarowego NO przez (H)CLD, a wartość NO zarejestrować jako D.

Tłumienie, które nie powinno być większe niż 3 % pełnej skali, powinno być obliczone w następujący sposób:

$$\% \text{ tłumienia } CO_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

gdzie:

A = stężenie nierozcieńczonego CO₂ zmierzone za pomocą NDIR %,

B = stężenie rozcieńczonego CO₂ zmierzone za pomocą NDIR %,

C = stężenie rozcieńczonego NO zmierzone za pomocą CLD ppm,

D = stężenie nierozcieńczonego NO zmierzone za pomocą CLD ppm.

Można zastosować alternatywne metody rozcieńczania i doboru wartości stężenia CO₂ i NO w gazie wzorcowym zakresu pomiarowego, takie jak dynamiczne/mieszanie/sporządzanie mieszaniny.

5.10.2.2. Sprawdzenie tłumienia przez wodę:

Sprawdzenie to ma zastosowanie jedynie przy pomiarach stężenia gazu mokrego. Obliczenie tłumienia przez wodę musi uwzględniać rozcieńczenie gazu wzorcowego NO zakresu pomiarowego parą wodną i dostosowanie stężenia pary wodnej w mieszaninie do spodziewanego podczas badań. Gaz wzorcowy NO zakresu pomiarowego o stężeniu od 80 % do 100 % pełnej skali normalnego zakresu roboczego powinien być przepuszczony przez (H)CLD, a wartość NO zarejestrowana jako D. Następnie gaz wzorcowy NO powinien być przepuszczony w formie pęcherzyków przez wodę o temperaturze pokojowej oraz przejść przez (H)CLD, a wartość NO należy zarejestrować jako C.

Należy zmierzyć temperaturę wody i zarejestrować jako F. Ciśnienie nasycenia mieszaniny, które odpowiada temperaturze (F) wody płuczki, powinno być określone i zarejestrowane jako G.

Stężenie pary wodnej (w procentach) w mieszaninie powinno być obliczane w następujący sposób:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

i zarejestrowane jako H. Spodziewane stężenie rozcieńczonego gazu wzorcowego zakresu pomiarowego NO (w parze wodnej) powinno być obliczane w następujący sposób:

$$D_c = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

i zarejestrowane jako D_c.

Tłumienie wywołane przez wodę nie powinno być większe niż 3 % i powinno być obliczone w następujący sposób:

gdzie:

$$\% \text{ tłumienia } H_2O = 100 \times \left(\frac{D_c - C}{D_c} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

D_c = spodziewane stężenie rozcieńczonego NO (ppm),

C = stężenie rozcieńczonego NO (ppm),

H_m = maksymalne stężenie pary wodnej (%),

H = bieżące stężenie pary wodnej (%).

Jest istotne, aby w gazie wzorcowym zakresu pomiarowego NO, stosowanym w tym sprawdzaniu, stężenie NO_2 było minimalne, ponieważ absorpcja NO_2 przez wodę nie została uwzględniona w obliczeniach tłumienia.

5.10.3. Zakłócenia w analizatorze O_2

Zakłócenia odpowiedzi analizatora PMD spowodowane przez gazy inne niż tlen są stosunkowo słabe. Równoważniki tlenowe w składnikach mieszaniny gazów spalinowych są uwidocznione w tabeli 1.

Tabela 1. Równoważniki tlenowe

Gaz	Równoważnik tlenowy w %
Dwutlenek węgla (CO_2)	-0,623
Tlenek węgla (CO)	-0,354
Tlenek azotu (NO)	+44,4
Dwutlenek azotu (NO_2)	+28,7
Woda (H_2O)	-0,381

Mierzone stężenie tlenu należy korygować za pomocą poniższej zależności, jeżeli dokonywane są pomiary o wysokiej precyzji:

$$\text{Zakłócenie} = \frac{(\text{równoważnik } O_2 \% \times \text{Obs.conc.})}{100}$$

gdzie:

Obs.conc. — zmierzone stężenie danego składnika.

5.11. Okresy między wzorcowaniami

Oprządkowanie do pomiarów przepływu powinno być wzorcowane przynajmniej co każde trzy miesiące lub kiedy tylko dokonano w układzie zmiany, która mogłaby wpływać na wzorcowanie.

6. Ocena danych pomiarowych i obliczenia

6.1. Ocena emisji gazowych

W celu oceny emisji gazowych należy uśrednić odczyty z pomiarów z ostatnich 120 sekund każdej fazy i dla każdej fazy wyznaczyć średnie stężenia (conc) HC, CO, NO_x i CO_2 z uśrednionych odczytów i odpowiednich wyników wzorcowania. Można zastosować rejestrację innego typu, jeżeli zapewni ona równoważne zbieranie danych.

Średnie stężenia w tle (conc_d) mogą być określone z odczytów dla powietrza rozcieńczającego w worku pomiarowym lub z ciągle dokonywanych odczytów tła (nie z worka pomiarowego) i właściwych danych wzorcowania.

6.2. Obliczenie emisji składników gazowych

Podane w sprawozdaniu końcowe wyniki testu powinny być określone w następujących etapach.

6.2.1. Korelacja suche spaliny/mokre spaliny

Jeżeli uprzednio nie wykonano pomiarów spalin mokrych, zmierzone stężenie należy sprowadzić do bazy mokrej:

$$\text{conc}(\text{wet}) = k_w \times \text{conc}(\text{dry})$$

Dla spalin nierozcieńczonych:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + a \times 0,005 \times (\%CO[\text{dry}] + \%CO_2[\text{dry}]) - 0,01 \times \%H_2[\text{dry}] + k_{w2}}$$

gdzie α jest stosunkiem wodoru do węgla w paliwie.

Stężenie H_2 w spalinach należy wyliczyć:

$$H_2[\text{dry}] = \frac{0,5 \times a \times \%CO[\text{dry}] \times (\%CO[\text{dry}] + \%CO_2[\text{dry}])}{\%CO[\text{dry}] + (3 \times \%CO_2[\text{dry}])}$$

Współczynnik k_{w2} należy wyliczyć:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

gdzie H_a jest bezwzględną wilgotnością powietrza dolotowego, g wody na kg suchego powietrza.

Dla rozcieńczonych spalin:

W przypadku pomiaru CO_2 w spalinach mokrych:

$$k_w = k_{w,c,1} = \left(1 - \frac{\alpha \%CO_2[\text{wet}]}{200} \right) - k_{w1}$$

w przypadku pomiaru CO_2 w spalinach suchych:

$$k_w = k_{w,c,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%CO_2[\text{dry}]}{200}} \right)$$

gdzie α jest stosunkiem wodoru do węgla w paliwie.

Współczynnik k_{w1} należy wyliczyć z następującej zależności:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

gdzie:

H_d = absolutna wilgotność powietrza rozcieńczającego, g wody na kg powietrza suchego,

H_a = absolutna wilgotność powietrza dolotowego, g wody na kg powietrza suchego.

$$DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppm conc_{CO} + ppm conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Dla powietrza rozcieńczającego:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Współczynnik k_{w1} należy wyliczyć z następującej zależności:

$$DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

gdzie:

H_d = absolutna wilgotność powietrza rozcieńczającego, g wody na kg powietrza suchego,

H_a = absolutna wilgotność powietrza dolotowego, g wody na kg powietrza suchego

$$DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Dla powietrza dolotowego (jeżeli różni się od powietrza rozcieńczającego):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Współczynnik k_{w2} należy obliczyć z następującej zależności:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

gdzie:

H_a : bezwzględna wilgotność powietrza dolotowego, g wody na kg suchego powietrza.

6.2.2. Korekcja wilgotności dla NO_x

Ponieważ emisja NO_x zależy od parametrów otaczającego powietrza, stężenie NO_x należy pomnożyć przez współczynnik K_H uwzględniający wpływ wilgotności:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (\text{dla silników 4-suwowych})$$

$$K_H = 1 \quad (\text{dla silników 2-suwowych})$$

gdzie:

H_a — wilgotność bezwzględna powietrza dolotowego, g wody na kg suchego powietrza.

6.2.3. Obliczenie masowego natężenia przepływu składników gazowych.

Masowe natężenie emisji Gas_{mass} (g/h) dla każdej fazy powinno być obliczone w następujący sposób:

6.2.3.1. Dla spalin surowych⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

G_{FUEL} [kg/h] jest masowym natężeniem przepływu paliwa,

MW_{Gas} [kg/kmol] jest masą cząsteczkową danego gazu uwidocznioną w tabeli 1.

Tabela 1. Masy cząsteczkowe

Gaz	MW_{Gas} [kg/kmol]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{HC} = MW_{FUEL}$
CO_2	44,01

⁽¹⁾ W przypadku NO_x stężenie należy pomnożyć przez współczynnik korekcyjny wilgotności K_H (współczynnik korekcyjny wilgotności dla NO_x).

Masy cząsteczkowe:

- 1) $MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 + \beta \times 15,9994$ [kg/kmol] jest masą cząsteczkową paliwa o stosunku wodoru do węgla α (i o stosunku tlenu do węgla β ⁽²⁾,
- 2) $CO_{2\text{AIR}}$ jest stężeniem CO_2 w powietrzu dolotowym (które przyjmuje się jako równe 0,04 %, jeżeli nie jest mierzone).

6.2.3.2. Dla rozcieńczonych spalin⁽²⁾:

$$Gas_{\text{mass}} = u \times conc_c \times G_{\text{TOTW}}$$

gdzie:

- G_{TOTW} [kg/h] jest masowym natężeniem przepływu rozcieńczonych spalin na bazie mokrej, które może być wyznaczone zgodnie z załącznikiem nr 2 do rozporządzenia pkt 5.2.4, jeżeli zastosowano układ rozcieńczania pełnego przepływu,
- $conc_c$ jest skorygowanym stężeniem w tle:

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

gdzie:

$$DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppm conc_{CO} + ppm conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Współczynnik u jest uwidoczniiony w tabeli 2.

Tabela 2. Wartości współczynnika u

Gaz	u	conc
NO _x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO ₂	15,19	%

Wartości współczynnika u są oparte na masie cząsteczkowej rozcieńczonych spalin równej 29 (kg/kmol). Wartość współczynnika u dla HC jest oparta na średnim stosunku węgla do wodoru 1:1,85.

6.2.4. Obliczenie emisji jednostkowych

Emisja jednostkowa (g/kWh) powinna być obliczana dla wszystkich poszczególnych składników:

$$\text{individual gas} + \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

$$\text{gdzie} \quad P_i = P_{M,i} + P_{\Delta E,i}$$

Gdy dodatkowe wyposażenie, takie jak wentylator chłodzący lub dmuchawa, jest zamontowane w czasie testu, moc pochłaniana powinna zostać dodana do wyników, z wyjątkiem przypadku silników, dla których wyposażenie takie stanowi integralną część silnika.

Moc wentylatora lub dmuchawy powinna być wyznaczona przy prędkościach obrotowych zastosowanych w teście bądź poprzez wyliczenie z danych normatywnych, bądź poprzez rzeczywiste pomiary (pkt 12).

Współczynniki wagowe i liczba n stosowanych faz w powyższych obliczeniach są podane w pkt 3.5.11.

⁽²⁾ W ISO 8178-1 podano bardziej kompletną zależność na masę cząsteczkową paliwa (zależność 50 z pkt 13.5.1 (b)). Zależność ta bierze pod uwagę nie tylko stosunek wodoru do węgla i tlenu do węgla, lecz także inne możliwe składniki paliwa, takie jak siarka i azot. Jednak ze względu na to, iż silniki ZI objęte niniejszym rozporządzeniem są badane przy zasilaniu benzyną (wymienioną jako paliwo wzorcowe w pkt 11) zawierającą zazwyczaj jedynie węgiel i wodór, wzięto pod uwagę uproszczoną zależność.

7. Przykłady

7.1. Dane dla surowych spalin z silnika 4-suwowego z zapłonem iskrowym:

W odniesieniu do danych doświadczalnych (tabela 3) przeprowadza się obliczenia najpierw dla fazy nr 1, a następnie rozciąga się je na pozostałe fazy testu, stosując tę samą procedurę.

Tabela 3. Dane doświadczalne dla silnika 4-suwowego ZI

Faza		1	2	3	4	5	6
Prędkość obrotowa silnika	min ⁻¹	2550	2550	2550	2550	2550	1480
Moc	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Procent obciążenia	%	100	75	50	25	10	0
Współczynnik wagowy	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Ciśnienie atmosferyczne	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Temperatura powietrza	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Wilgotność względna powietrza	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Wilgotność bezwzględna powietrza	g _{H₂O} /kg _{pow}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO[dry]	ppm	60995	40725	34646	41976	68207	37439
NO _x [wet]	ppm	726	1541	1328	377	127	85
HC[wet]	ppmC1	1461	1308	1401	2073	3014	9390
CO ₂ [dry]	% obj.	11,408	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Masowe natężenie przepływu paliwa	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Stosunek H/C w paliwie α	-	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Stosunek O/C w paliwie β	-	0	0	0	0	0	0

7.1.1. Współczynnik korekcyjny k_w suche/mokre.

Współczynnik korekcyjny k_w suche/mokre należy obliczyć w celu sprowadzenia do bazy mokrej wartości CO i CO₂ w spalinach suchych:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry]) - 0,01 \times \%H_2[dry] + k_{w2}}$$

gdzie:

$$H_2[dry] = \frac{0,5 \times \alpha \times \%CO[dry] \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry])}{\%CO[dry] + (3 \times \%CO_2[dry])}$$

$$k_{w2} = \frac{i}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$CO[wet] = CO[dry] \times k_w = 60995 \times 0,872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \% Vol$$

Tabela 4. Wartości CO i CO₂ w mokrych spalinach dla poszczególnych faz testu

Faza		1	2	3	4	5	6
H ₂ [dry]	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k _{w2}	-	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
k _w	-	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO [wet]	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO ₂ [wet]	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

7.1.2. Emisja HC

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

gdzie:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{mass} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Tabela 5. Emisja HC (g/h) stosownie do różnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

7.1.3. Emisja NO_xNajpierw należy obliczyć współczynnik poprawkowy K_H emisji NO_x:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Tabela 6. Współczynnik poprawkowy wilgotności K_H emisji NO_x stosownie do różnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
K _H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Następnie oblicza się NO_{xmass} [g/h]:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1000 = 39,717 \text{ g/h}$$

Tabela 7. Emisja NO_x (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
NO _x mass	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

7.1.4. Emisja CO

$$CO_{xmass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{mass} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 5,3198 \times 2,985 \times 1000 = 2084,588 \text{ g/h}$$

Tabela 8. Emisja CO (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
CO _x mass	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

7.1.5. Emisja CO₂

$$CO_{2xmass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2xmass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h}$$

Tabela 9. Emisja CO₂ (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
CO ₂ mass	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

7.1.6. Emisję jednostkową (g/kWh) można wyliczyć dla wszystkich poszczególnych składników:

$$\text{składnik gazowy} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

Tabela 10. Emisja (g/h) i współczynniki wagowe dla poszczególnych faz testu

Faza		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO _x mass	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO _{mass}	g/h	2084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO ₂ mass	g/h	6126,806	4884,739	4117,202	2780,662	2020,061	907,648
Moc P ₁	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Współczynnik wagowy WF _i	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6126,81 \times 0,090 + 4884,74 \times 0,200 + 4117,20 \times 0,290 + 2780,66 \times 0,300 + 2020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 816,36 \text{ g/kWh}$$

7.2. Dane dla spalin surowych z silnika 2-suwowego z zapłonem iskrowym:

W odniesieniu do danych doświadczalnych (tabela 11) obliczenia należy wykonać najpierw dla fazy nr 1, a następnie rozciągnąć je na pozostałe fazy testu, stosując tę samą procedurę.

Tabela 11. Dane doświadczalne dla silnika 2-suwowego ZI

Faza		1	2
Prędkość obrotowa silnika	min ⁻¹	9 500	2 800
Moc	kW	2,31	0
Procent obciążenia	%	100	0
Współczynnik wagowy	-	0,9	0,1
Ciśnienie atmosferyczne	kPa	100,3	100,3
Temperatura powietrza	°C	25,4	25
Wilgotność względna powietrza	%	38,0	38,0
Wilgotność bezwzględna powietrza	g _{H₂O} /kg _{pow}	7,742	7,558
CO[dry]	ppm	37 086	16 150
NO _x [wet]	ppm	183	15
HC[wet]	ppm C1	14 220	13 179
CO ₂ [dry]	% obj.	11,986	11,446
Masowe natężenie przepływu paliwa	kg/h	1,195	0,089
Stosunek H/C w paliwie α	-	1,85	1,85
Stosunek O/C w paliwie β	-	0	0

7.2.1. Współczynnik korekcyjny suche/mokre k_w

Współczynnik korekcyjny suche/mokre k_w należy obliczyć dla sprowadzonych do bazy mokrej pomiarów suchego CO i CO₂:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry]) - 0,01 \times \%H_2[dry] + k_{w2}}$$

gdzie:

$$H_2[dry] = \frac{0,5 \times \alpha \times \%CO[dry] \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry])}{\%CO[dry] + (3 \times \%CO_2[dry])}$$

$$H_2[dry] = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357\%$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$CO[\text{wet}] = CO[\text{dry}] \times k_w = 37086 \times 0,874 = 32420 \text{ ppm}$$

$$CO_2[\text{wet}] = CO_2[\text{dry}] \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \% \text{ Vol}$$

Tabela 12. Wartości dla mokrego CO i CO₂ stosownie do różnych faz testu

Faza		1	2
H ₂ [dry]	%	1,357	0,543
k _{w2}	-	0,012	0,012
k _w	-	0,874	0,887
CO [wet]	ppm	32 420	14 325
CO ₂ [wet]	%	10,478	10,153

7.2.2. Emisja HC

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[\text{wet}] - \%CO_{2,AIR}) + \%CO[\text{wet}] + \%HC[\text{wet}]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

gdzie:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{mass} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1000 = 112,520 \text{ g/h}$$

Tabela 13. Emisja HC (g/h) stosownie do faz testu

Faza	1	2
HC _{mass}	28,361	18,248

7.2.3. Emisja NO_xWspółczynnik poprawkowy K_H dla emisji NO_x jest równy 1 dla silników dwusuwowych:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[\text{wet}] - \%CO_{2,AIR}) + \%CO[\text{wet}] + \%HC[\text{wet}]\}} \times \%conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,468 - 0,04 + 3,240 + 1,422)} \times 0,0183 \times 1,195 \times 1000 = 4,800 \text{ g/h}$$

Tabela 14. Emisja NO_x (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2
NO _x mass	4,800	0,034

7.2.4. Emisja CO

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2,AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{mass} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1000 = 517,851 \text{ g/h}$$

Tabela 15. Emisja CO(g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2
CO _{mass}	517,851	20,007

7.2.5. Emisja CO₂

$$CO_{2,xmass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2,AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2,xmass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1000 = 2629,658 \text{ g/h}$$

Tabela 16. Emisja CO₂ (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2
CO ₂ mass	2 629,658	222,799

7.2.6. Emisja jednostkowa

Emisja jednostkowa (g/kWh) powinna zostać obliczona dla wszystkich poszczególnych składników w następujący sposób:

$$\text{składnik gazowy} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

Tabela 17. Emisja (g/h) i współczynniki wagowe dla dwóch faz testu

Faza		1	2
HC _{mass}	g/h	112,520	9,119
NO _{xmass}	g/h	4,800	0,034
CO _{mass}	g/h	517,851	20,007
CO _{2mass}	g/h	2629,658	222,799
Moc P _{II}	kW	2,31	0
Współczynnik wagowy WF _i	-	0,85	0,15

$$HC = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 \times 0,15} = 49,4 \text{ g / kWh}$$

$$NO_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g / kWh}$$

$$CO = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g / kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1155,4 \text{ g / kWh}$$

7.3. Dane dla spalin rozcieńczonych z 4-suwowego silnika ZI

W odniesieniu do danych doświadczalnych (tabela 18) należy przeprowadzić obliczenia najpierw dla fazy Nr 1, a następnie wykonać je dla innych faz testu, stosując tę samą procedurę.

Faza		1	2	3	4	5	6
Prędkość obrotowa silnika	min ⁻¹	3060	3060	3060	3060	3060	2100
Moc	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Procent obciążenia	%	100	75	50	25	10	0
Współczynnik wagowy	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Ciśnienie atmosferyczne	kPa	980	980	980	980	980	980
Temperatura powietrza dolotowego ⁽¹⁾	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Wilgotność względna powietrza	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Wilgotność bezwzględna powietrza	g _{H₂O} / kg _{pow}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO [dry]	ppm	3681	3465	2541	2365	3086	1817
NO _x [wet]	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC [wet]	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO ₂ [dry]	% obj.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO [dry] (w tle)	ppm	3	3	3	2	2	3
NO _x [wet] (w tle)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC [wet] (w tle)	ppm C1	6	6	6	6	6	4
CO ₂ [dry] (w tle)	% obj.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin G _{TOTW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Stosunek H/C w paliwie α	-	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Stosunek O/C w paliwie β	-	0	0	0	0	0	0

⁽¹⁾ Warunki dla powietrza rozcieńczającego takie same jak warunki dla powietrza dolotowego.

7.3.1. Współczynnik korekcyjny suche/mokre k_w należy obliczyć w celu sprowadzenia do bazy mokrej pomiarów CO i CO₂ w spalinach suchych:

$$k_w = k_{w,c,2} = \left(\frac{1 - k_{w1}}{1 + \frac{\alpha \times \%CO_2 [dry]}{200}} \right)$$

gdzie:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppm conc_{CO} + ppm conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,c,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$CO[wet] = CO[dry] \times k_w = 3681 \times 0,984 = 3\,623\,ppm$$

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219\,ppm$$

Tabela 19. Wartości CO i CO₂ w spalinach mokrych dla rozcieńczonych spalin w poszczególnych fazach testu

Faza		1	2	3	4	5	6
DF	-	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k_{w1}	-	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	-	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO[wet]	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO ₂ [wet]	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Dla powietrza rozcieńczającego

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

gdzie współczynnik k_{w1} jest taki sam, jak już wyliczony dla rozcieńczonych spalin.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$CO[wet] = CO[dry] \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421\% \text{ Vol}$$

Tabela 20. Wartości dla CO i CO₂ w spalinach mokrych dla powietrza rozcieńczającego w poszczególnych fazach testu

Faza		1	2	3	4	5	6
K _{w1}	-	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
K _w	-	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO[wet]	ppm	3	3	3	2	2	3
CO ₂ [wet]	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

7.3.2. Emisja HC

$$HC_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

gdzie:

$$u = 0,000478 \text{ z Tabeli 2}$$

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

$$conc_c = 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$HC_{mass} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

Tabela 21. Emisja HC (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

7.3.3. Emisja NO_x

Współczynnik poprawkowy K_H dla emisji NO_x należy wyliczyć z:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,8 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,8)^2 = 0,79$$

Tabela 22. Współczynnik poprawkowy wilgotności K_H emisji NO_x dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
K _H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$NO_{xmass} = u \times conc_c \times K_H \times G_{TOTW}$$

gdzie:

$$u = 0,001587 \text{ z Tabeli 2}$$

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

$$conc_c = 85 - 0 \times (1 - 1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$NO_{xmass} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Tabela 23. Emisja NO_x (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
NO _{xmass}	67,168	38,721	9,012	4,621	2,319	0,811

7.3.4. Emisja CO

$$CO_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

gdzie:

$$u = 0,000966 \text{ z tabeli 2}$$

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

$$conc_c = 3622 - 3 \times (1 - 1/9,465) = 3620 \text{ ppm}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 \times 3620 \times 625,722 = 2188,001 \text{ g/h}$$

Tabela 24. Emisja CO (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
CO _{mass}	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435

7.3.5. Emisja CO₂

$$CO_{2mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

gdzie:

$$u = 15,19 \text{ z tabeli 2}$$

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

$$conc_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1 - 1/9,465) = 0,9842 \% \text{ Vol}$$

$$CO_{2mass} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9354,488 \text{ g/h}$$

Tabela 25. Emisja CO₂ (g/h) dla poszczególnych faz testu

Faza	1	2	3	4	5	6
CO _{2mass}	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

7.3.6. Emisja jednostkowa

Emisja jednostkowa (g/kWh) powinna zostać obliczona dla wszystkich poszczególnych składników:

$$\text{składnik gazowy} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

Tabela 26. Emisja (g/h) i współczynniki wagowe dla poszczególnych faz testu

Faza		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO _{xmass}	g/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO _{mass}	g/h	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435
CO _{2mass}	g/h	9435,488	7295,794	5717,531	3973,503	2756,113	1430,229
Moc P _i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Współczynnik wagowy WF _i		0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$\text{HC} = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2188,001 \times 0,090 + 2068,760 \times 0,200 + 1510,187 \times 0,290 + 1424,792 \times 0,300 + 1853,109 \times 0,070 + 975,435 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{9354,488 \times 0,090 + 7295,794 \times 0,200 + 5717,531 \times 0,290 + 3973,503 \times 0,300 + 2756,113 \times 0,070 + 1430,229 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

8. Zgodność z normami emisji

Niniejszy załącznik ma zastosowanie jedynie do silników ZI etapu II.

- 8.1. Normy emisji spalin dla silników etapu II w rozporządzeniu mają zastosowanie do emisji silników w okresie trwałości ich emisji EDP określonym zgodnie z niniejszym załącznikiem.
- 8.2. Dla wszystkich silników z zapłonem iskrowym prawidłowo przebadanych zgodnie z procedurami określonymi w rozporządzeniu, gdy wszystkie silniki reprezentujące rodzinę silników wykazują emisję, która po zastosowaniu mnożenia przez współczynnik pogarszania się jakości (DF) jest poniżej poziomu dopuszczalnego lub na poziomie dopuszczalnym (dopuszczalna emisja rodziny (FEL), jeżeli ma to zastosowanie) dla silników danej kategorii, rodzina ta powinna zostać uznana za spełniającą normatywy emisji dla danej kategorii silników. Jeżeli jakkolwiek badany silnik reprezentujący rodzinę silników wykazuje emisję, która po zastosowaniu mnożenia przez współczynnik pogarszania się jakości przytoczony w dalszej części niniejszego załącznika jest większa niż którakolwiek składowa emisja normatywnej (FEL, jeżeli ma to zastosowanie) z silników danej kategorii, rodzina ta powinna zostać uznana za niespełniającą normatywów emisji z silników tej kategorii.
- 8.3. Producenci silników o małej pojemności mogą przyjąć współczynniki pogarszania się jakości dla HC+NO_x i CO zgodnie z procedurą opisaną w pkt 8.3.1. W przypadku technik nieuwzględnionych w tabelach 1 i 2 tego punktu producent musi zastosować procedurę opisaną w pkt 8.4.

Tabela 27. Współczynniki pogarszania się jakości emisji HC+NO_x i CO silnika „trzymanego w ręku” przypisane wytwórcom silników o małej pojemności

Klasa silnika	Silniki dwusuwowe		Silniki czterosuwowe		Silniki z urządzeniami do dodatkowego oczyszczania spalin
	HC+NO _x	CO	HC+NO _x	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	DF musi być wyliczane za pomocą zależności z pkt 8.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabela 28. Współczynniki pogarszania się jakości emisji HC+NO_x i CO silnika „nietrzymanego w ręku” przypisane wytwórcom silników o małej pojemności

Klasa silnika	Silniki z bocznymi zaworami		Silniki górnozaworowe		Silniki z dodatkowymi urządzeniami oczyszczania spalin
	HC+NO _x	CO	HC+NO _x	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	DFs musi być wyliczane za pomocą zależności z pkt 8.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	2,1	1,1	1,4	1,1	

8.3.1. Zależność do wyliczania współczynników pogarszania się jakości dla silników z urządzeniami do dodatkowego oczyszczania spalin:

$$DF = [(NE \times EDF) - (CC \times F)] / (NE - CC)$$

gdzie:

DF = współczynnik pogarszania się jakości,

NE = poziomy emisji nowego silnika przed katalizatorem (g/kWh),

EDF = współczynnik pogarszania się jakości dla silników bez katalizatora pokazano w tabeli 1,

CC = wartość emisji sprowadzona do czasu pracy „0 godzin” (g/kWh),

F = 0,8 dla HC i 0,0 dla NO_x dla silników wszystkich klas,

F = 0,8 dla CO dla silników wszystkich klas.

8.4. Producenci muszą odpowiednio przyjąć wyznaczony DF lub wyliczyć DF dla każdego normatywnego składnika toksyczności dla wszystkich rodzin silników. Takie wartości DF należy zastosować w badaniach dla otrzymania certyfikatu homologacji typu i badaniach dla linii produkcyjnej.

8.4.1. W przypadku silników, dla których nie zastosowano wyznaczonych współczynników DF z tabel 27 lub 28 tego punktu, współczynniki DF należy wyznaczyć w następujący sposób:

8.4.1.1. Przynajmniej jeden przeznaczony do badań silnik reprezentujący konfigurację wybraną jako najbardziej prawdopodobna dla przekroczenia normatywów emisji HC+NO_x (współczynniki FEL, jeżeli ma to zastosowanie) i zbudowany jako reprezentatywny dla silników produkcyjnych należy poddać procedurze (pełnej) testu badania emisji po liczbie godzin odpowiadającej ustabilizowaniu się emisji.

8.4.1.2. Jeśli badaniom poddaje się więcej niż jeden silnik, należy uśrednić wyniki i zastosować taką samą liczbę miejsc dziesiętnych jak w stosowanej normie, zaokrągloną do kolejnej znaczącej liczby.

8.4.1.3. Ponownie należy wykonać takie badanie emisji po przeprowadzeniu starzenia silnika. Procedura „starzenia” powinna być opracowana tak, aby pozwolić producentowi na odpowiednie uwzględnienie pogarszania się w trakcie eksploatacji silnika spodziewanej emisji spalin w okresie trwałości silnika, biorąc pod uwagę rodzaj zużycia i inne mechanizmy, jakie mogłyby wpływać na poziom tej emisji. Jeżeli badany jest więcej niż jeden silnik, należy uśrednić wyniki i zastosować taką samą liczbę miejsc dziesiętnych jak w stosowanej normie, zaokrągloną do kolejnej znaczącej liczby.

- 8.4.1.4. Należy podzielić wartości emisji zanieczyszczeń gazowych każdego ze składników normatywnych na końcu okresu trwałości (średnie wartości emisji, jeżeli ma to zastosowanie) przez wartości emisji ustabilizowanej (średnie wartości emisji, jeżeli ma to zastosowanie) i zaokrąglić do dwóch miejsc znaczących. Wartość wynikowa będzie wartością DF, chyba że będzie ona mniejsza od 1,00, wówczas wartość DF należy przyjąć jako równą 1,0.
- 8.4.1.5. Na życzenie producenta mogą być wykonane dodatkowe badania emisji zanieczyszczeń gazowych między badaniem ustabilizowanej emisji i końcem okresu trwałości emisji. Jeżeli przewidziano pośrednie testy, punkty testu muszą być równo rozmieszczone w EDP (± 2 godz.) i jeden taki punkt testu powinien być wykonany w połowie pełnego EDP (± 2 godz.); dla każdego składnika toksyczności HC+NO_x i CO należy wykreślić linię prostą przyporządkowaną punktom danych, traktując test początkowy jako uzyskany w godzinie zero i stosując metodę najmniejszych kwadratów. Współczynnik pogarszania się jakości stanowią wartości emisji wyliczone dla końca okresu trwałości podzielone przez wartości emisji wyliczone dla godziny zero.
- 8.4.1.6. Wyliczone współczynniki pogarszania się jakości mogą pokrywać rodziny silników, w nawiązaniu do jednej, z których zostały one wygenerowane, jeżeli producent przedłoży uzasadnienie do zaakceptowania przez jednostkę udzielającą certyfikatu homologacji typu, że w stosunku do rodzin silników można przewidzieć, w oparciu o zastosowaną konstrukcję i technologię, uzyskanie przez nie zbliżonych charakterystyk pogarszania się jakości.

Wykaz grup konstrukcji i technologii silników zawiera w szczególności:

- 1) tradycyjne silniki 2-suwowe bez dodatkowego układu oczyszczania spalin,
- 2) tradycyjne silniki 2-suwowe z katalizatorem ceramicznym o tym samym materiale aktywnym i obciążeniu oraz taką samą liczbą komórek na cm²,
- 3) tradycyjne silniki 2-suwowe z katalizatorem metalicznym o tym samym materiale aktywnym i obciążeniu oraz taką samą osnową i liczbą komórek na cm²,
- 4) tradycyjne silniki 2-suwowe dostarczane z układem uwarstwionego przepłukiwania,
- 5) silniki 4-suwowe z katalizatorem (zdefiniowanym powyżej) o takiej samej technologii zaworów i takim samym układzie smarowania.

9. Okresy trwałości emisji dla silników etapu II

9.1. Producenci powinni zadeklarować dla każdej rodziny silnika odpowiednią kategorię EDP na czas homologacji typu. Kategoria taka powinna być kategorią, która możliwie dokładnie przybliży spodziewaną trwałość użytkową maszyny, w której silnik będzie zamontowany. Producenci przechowują dane potwierdzające wybór kategorii EDP dla każdej rodziny silnika. Dane takie powinny zostać dostarczone na żądanie organu, który udzielił certyfikatu homologacji typu.

9.1.1. Dla silników zamontowanych w maszynach „trzymałych w ręku” producenci powinni wybrać kategorię EDP z tabeli 29.

Tabela 29. Kategorie EDP dla silników „trzymałych w ręku” (godziny)

Kategoria	1	2	3
Klasa SH:1	50	125	300
Klasa SH:2	50	125	300
Klasa SH:3	50	125	300

9.1.2. Dla silników „nietrzymałych w ręku” producenci powinni wybrać kategorię EDP z tabeli 30

Tabela 30. Kategorie EDP dla silników „nietrzymałych w ręku” (godziny)

Kategoria	1	2	3
Klasa SN:1	50	125	300
Klasa SN:2	125	250	500
Klasa SN:3	125	250	500
Klasa SN:4	250	500	1 000

9.1.3. Producent powinien zapewnić, że zadeklarowana trwałość użytkowa jest właściwie dobrana. Dane potwierdzające wybór kategorii EDP dokonany przez producenta dla danej rodziny silnika mogą obejmować, lecz niewyłącznie:

- 1) badania ankietowe okresów trwałości sprzętu, w którym dane silniki są zainstalowane;
- 2) inżynierskie oceny w obszarze starych silników dla ustalenia, kiedy osiągi silnika pogarszają się do takiego stanu, że użyteczność i/lub niezawodność pogarsza się w stopniu wywołującym konieczność dokonania remontu lub wymiany;
- 3) warunki gwarancyjne i okresy gwarancyjne;
- 4) handlowe materiały odpowiadające okresowi żywotności silnika;
- 5) dane o usterkach od użytkowników silników oraz
- 6) inżynierskie oceny trwałości, w godzinach, o właściwych technologiach silnika, materiałach silnika lub konstrukcji silnika.

10. Wyniki badań dla silników o zapłonie iskrowym.

10.1. Informacje dotyczące przeprowadzania testów (należy podać dla każdego badanego silnika macierzystego).

10.1.1. Liczba oktanowa

10.1.2. Podać zawartość procentową oleju w mieszance, jeżeli miesza się benzynę z olejem smarnym w przypadku silników dwusuwowych.

10.1.3. Gęstość benzyny dla silników czterosuwowych i mieszanki benzyna/olej smarny dla silników dwusuwowych.

10.2. Olej smarny

10.2.1. Marka(-ki)

10.2.2. Typ(y)

10.3. Wyposażenie napędzane przez silnik (jeżeli ma to zastosowanie)

10.3.1. Numeracja i szczegóły identyfikacyjne

10.3.2. Moc pochłaniana przy wskazanej prędkości obrotowej silnika (zgodnie z danymi producenta):

Wyposażenie	Moc P_{AE} (kW) pochłaniana przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika ⁽¹⁾ (wg pkt 12)	
	pośredniej (gdy ma zastosowanie)	znamionowej
Całkowita:		

⁽¹⁾ Nie powinna być większa niż 10 % mocy zmierzonej podczas testu

10.4. Osiągi silnika

10.4.1. Prędkości obrotowe silnika:

Biegu jałowego: min^{-1}

Pośrednia: min^{-1}

Znamionowa: min^{-1}

10.4.2. Moc silnika (Moc niekorygowana mierzona zgodnie z warunkami wg § 3 ust.1 pkt 8 rozporządzenia).

Warunki	Moc ustawiona (kW) przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika	
	prędkość obrotowa pośrednia (jeśli ma zastosowanie)	prędkość obrotowa znamionowa
Maksymalna moc zmierzona podczas testu (P_M) (kW) (a)		
Całkowita moc pochłaniana przez napęd wyposażenia silnika, zgodnie z pkt 10.3.2 (P_{AE}) (kW) (b)		
Moc netto silnika, (wg § 3 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia) (kW) (c)		
$c = a + b$		

10.5. Poziomy emisji

10.5.1. Ustawienia hamulca (kW)

Procent obciążenia	Ustawienia hamulca (kW) przy poszczególnych prędkościach obrotowych silnika	
	prędkość obrotowa pośrednia (jeśli ma zastosowanie)	prędkość obrotowa znamionowa
10 (jeśli ma zastosowanie)		
50 (jeśli ma zastosowanie)		
75		
100		

10.5.2. Wyniki pomiaru emisji w cyklu testu:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWhNMHC+NO_x: g/kWh

Cząstki stałe: g/kWh

10.5.3. Układ pobierania próbek zastosowany w teście NRSC:

10.5.3.1. Emisje gazowe⁽¹⁾:10.5.3.2. Cząstki stałe⁽¹⁾:10.5.3.2.1. Metoda⁽²⁾: jednofiltrowa/wielofiltrowa10.6. Informacja dotycząca wykonywania testu NRTC⁽³⁾:

10.6.1. Wyniki badań emisji w teście NRTC:

CO: g/kWh

NMHC:g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

Cząstki stałe: g/kWh

NMHC+NO_x: g/kWh

10.6.2. Układ pobierania próbek zastosowany w teście NRTC:

Emisje gazowe⁽¹⁾:Cząstki stałe⁽¹⁾:Metoda⁽²⁾: jednofiltrowa/wielofiltrowa

(1) Należy podać numery rysunków określone w załączniku nr 1.3 do rozporządzenia pkt 9.

(2) Niepotrzebne skreślić.

(3) W przypadku kilku silników macierzystych należy podać dla każdego z nich.

11. Paliwo wzorcowe do silników o zapłonie iskrowym niedrogowych maszyn ruchomych

Uwaga: Paliwo do silników 2-suwowych jest mieszaniną oleju smarującego i benzyny wyszczególnionej poniżej. Stosunek zmieszania paliwo/olej musi być stosunkiem zalecanym przez producenta

Parametr	Jednostki	Wart.dopuszczalne ¹		Metoda badań	Data publikacji
		minim.	maks.		
Liczba oktanowa badawcza, RON		95,0	-	EN 25164	1993
Liczba oktanowa motorowa, MON		85,0	-	EN25163	1993
Gęstość przy 15 °C	kg/m ³	748	762	ISO 3675	1995
Prężność par	kPa	56,0	60,0	EN12	1993
Destylacja:					
- temperatura początku destylacji	°C	24	40	EN-ISO3405	1988
- do temperatury 100 °C destyluje	% obj.	49,9	57,0	EN-ISO3405	1988
- do temperatury 150 °C destyluje	% obj.	81,0	87,0	EN-ISO3405	1988
- temperatura końca destylacji	°C	190	215	EN-ISO3405	1988
Pozostałość po destylacji	%	-	2	EN-ISO3405	1988
Zawartość węglowodorów:	-				
- Olefiny	% obj.		10	ASTM D 1319	1995
- Aromaty	% obj.	28,0	40,0	ASTM D 1319	1995
- Benzen	% obj.		1,0	EN 12177	1998
- Nasycone	% obj.		reszta	ASTM D 1319	1995
Stosunek: węgiel/wodór		atest	atest		
Odporność na utlenianie ²	min.	480		EN-ISO 7536	1996
Zawartość tlenu	% m/m	-	2,3	EN 1601	1997
Zawartość żywic obecnych	mg/ml	-	0,04	EN-ISO 6246	1997
Zawartość siarki	mg/kg	-	100	EN-ISO 14596	1998
Badanie działania korodującego na płytkach miedzi przy 50 °C		-	1	EN-ISO 2160	1995
Zawartość ołowiu	g/l	-	0,005	EN 237	1996
Zawartość fosforu	g/l		0,0013	ASTM D 3231	1994

Uwaga 1: Wartości wyszczególnione w wykazie są „wartościami rzeczywistymi”. Przy ustalaniu ich wartości granicznych zastosowano wymagania zawarte w normie ISO 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test” i przy ustalaniu wartości minimalnych wzięto pod uwagę minimalną różnicę 2R ponad zero; przy ustalaniu maksymalnych i minimalnych wartości minimalna różnica wynosi 4R (R = odtwarzalność). Mimo tej zasady, która jest konieczna ze względów statystycznych, wytwórca paliwa powinien jednak starać się doprowadzić do wartości zerowej, gdy wymagana wartość maksymalna wynosi 2R, i do wartości średniej, gdy podana jest maksymalna i minimalna wartość graniczna. Jeśli konieczne jest wyjaśnienie, czy paliwo spełnia wymagania warunków technicznych, należy zastosować się do wymagań normy ISO 4259.

Uwaga 2: Paliwo może zawierać inhibitory utleniania i dezaktywatory metaliczne normalnie stosowane do stabilizacji strumieni benzyny w rafinerii, lecz nie wolno dodawać substancji detergentowych/dyspersyjnych oraz rozpuszczalników poekstrakcyjnych.

12. Wyposażenie i urządzenia pomocnicze, które powinny być zainstalowane podczas testu do wyznaczenia mocy silnika

Nr	Wyposażenie i urządzenia pomocnicze	Zamontowane podczas testu emisji
1	Układ dolotowy: Kolektor dolotowy Układ sterowania emisją ze skrzyni korbowej Urządzenia sterujące układem kolektora dolotowego o podwójnym wlocie Miernik przepływu powietrza Mechanizm kanału wlotowego powietrza Filtr powietrza Tłumik szmerów ssania Urządzenie ograniczające prędkość obrotową	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak ¹⁾ Tak ¹⁾ Tak ¹⁾
2	Urządzenie do indukcyjnego nagrzewania w kolektorze dolotowym	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne. Jeśli to możliwe – ustawione na najkorzystniejsze warunki
3	Układ wylotowy: Oczyszczacz spalin Kolektor wylotowy Przewody łączące Tłumik Rura wylotowa Hamulec w układzie wylotu spalin Urządzenie doładowujące	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak ²⁾ Tak ²⁾ Tak ²⁾ Nie ³⁾ Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne
4	Pompa paliwa zasilająca	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ⁴⁾
5	Wyposażenie do wytwarzania mieszanki: Gaźnik Elektroniczny układ sterujący, miernik przepływu powietrza itp. Wyposażenie dla silników gazowych Reduktor ciśnienia Parownik Mieszalnik	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne
6	Aparatura wtrysku paliwa (benzyna i olej): Filtr wstępny Filtr Pompa Przewód wysokiego ciśnienia Wtryskiwacz Zawór wlotowy powietrza Elektroniczny układ sterujący, miernik przepływu powietrza itp. Regulator/układ sterujący Automatyczne odcinanie pełnego obciążenia na listwie sterującej zależnie od warunków atmosferycznych	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ⁵⁾ Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne
7	Wyposażenie układu chłodzenia cieczą: Chłodnica Wentylator Osłona wentylatora Pompa wodna Termostat	Nie Nie Nie Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ⁶⁾ Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ⁷⁾

8	Wyposażenie układu chłodzenia powietrzem: Osłona Wentylator lub dmuchawa Urządzenie regulacji temperatury	Nie ⁸⁾ Nie ⁸⁾ Nie
9	Wyposażenie elektryczne: Prądnicą Układ rozdzielacza zapłonu Cewka lub cewki Przewody Świece Układ elektronicznego sterowania zawierający czujnik spalania stukowego/układ opóźnienia zapłonu	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ⁹⁾ Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne
10	Wyposażenie układu doładowania: Sprężarka, napędzana albo bezpośrednio przez silnik, albo i/lub przez spaliny Chłodnica powietrza doładującego Pompa chłodząca lub wentylator (napędzane przez silnik) Urządzenie sterujące przepływem czynnika chłodzącego	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne lub wyposażenie stanowiskowe ^{10), 11)} Nie ⁸⁾ Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne
11	Pomocniczy wentylator stoiskowy	Tak, jeśli jest to konieczne
12	Urządzenie do dodatkowego oczyszczania spalin	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne ¹¹⁾
13	Wyposażenie rozruchowe	Wyposażenie stoiska
14	Pompa oleju	Tak, standardowe wyposażenie produkcyjne

¹⁾ Kompletny układ dolotowy należy zamontować tak, jak to przewidziano dla zamierzonego zastosowania: gdy występuje ryzyko znaczącego wpływu na moc silnika, w przypadku wolnossących silników o zapłonie iskrowym, jeśli producent życzy sobie, aby tak postąpić.

W pozostałych przypadkach można zastosować układ równoważny. Należy dokonać sprawdzenia w celu upewnienia się, że ciśnienie w układzie dolotowym nie różni się więcej niż o 100 kPa od górnej granicy podanej przez wytwórcę dla czystego filtra powietrza.

²⁾ Kompletny układ wylotowy należy zamontować tak, jak to przewidziano dla zamierzonego zastosowania: gdy występuje ryzyko znaczącego wpływu na moc silnika, w przypadku wolnossących silników o zapłonie iskrowym, jeśli producent życzy sobie, aby tak postąpić.

W pozostałych przypadkach można zainstalować układ równoważny zapewniając, by mierzone ciśnienie nie różniło się więcej niż o 1000 Pa od górnej granicy podanej przez wytwórcę.

³⁾ Jeśli częścią silnika jest hamulec w układzie wylotowym, przepustnica powinna znajdować się w pełni otwartym położeniu.

⁴⁾ Ciśnienie zasilania paliwem może zostać wyregulowane tak, jeśli jest to konieczne, aby odtworzyć ciśnienie występujące w danym zastosowaniu silnika (w szczególności, gdy jest stosowany układ powrotu paliwa). Zawór wlotowy powietrza jest to zawór sterujący regulatora pneumatycznego pompy wtryskowej. Regulator układu wtryskowego może zawierać inne urządzenia, które mogą oddziaływać na ilość wtryskiwanego paliwa.

⁵⁾ Cyrkulacja czynnika chłodzącego powinna być wywoływana jedynie za pomocą pompy wodnej silnika. Chłodzenie czynnika może odbywać się w układzie zewnętrznym, w którym straty ciśnienia i ciśnienie przy wlocie do pompy są zasadniczo takie same jak w układzie chłodzenia silnika.

⁶⁾ Termostat może być ustawiony w pozycji pełnego otwarcia.

⁷⁾ Jeśli wentylator chłodzący lub dmuchawa są zamontowane na czas testu, moc przez nie pochłaniana powinna zostać dodana do wyników badań (nie dotyczy to wentylatorów chłodzących zamontowanych bezpośrednio na wałe korbowym silników chłodzonych powietrzem). Moc wentylatora lub dmuchawy powinna być wyznaczana przy prędkościach obrotowych stosowanych w czasie testu bądź poprzez wyliczenia ze standardowych charakterystyk, bądź poprzez badania bezpośrednie.

- 8) Minimalna moc prądnicy: moc elektryczna prądnicy powinna być ograniczona do mocy koniecznej do pracy wyposażenia niezbędnego do pracy silnika. Jeśli niezbędne jest podłączenie do akumulatora, należy użyć akumulatora w dobrym stanie, w pełni naładowanego.
- 9) Silniki z chłodzeniem powietrza doładowującego powinny być badane z chłodzeniem tego powietrza, zarówno cieczą jak powietrzem, lecz jeśli producent sobie życzy, można chłodnicę powietrza zastąpić układem stanowiskowym. W obu przypadkach pomiary mocy dla każdej prędkości obrotowej powinny być dokonywane przy maksymalnym spadku ciśnienia i minimalnym spadku temperatury powietrza zasilającego silnik w chłodnicy powietrza doładowującego układu stoiskowego zgodnie z danymi wytwórcy.
- 10) Może to obejmować, na przykład, układ recyrkulacji spalin (EGR), reaktor katalityczny, reaktor termiczny, układ zasilania powietrzem wtórnym i układ zabezpieczający przed odparowaniem paliwa.
- 11) Moc dla układu rozruchowego elektrycznego lub innego powinna być dostarczana przez stanowisko badawcze.

13. Symbole i skróty

13.1. Symbole parametrów testu

S y m b o l	J e d n o s t k a	O k r e ś l e n i e
A/F_{st}	—	— Stechiometryczny stosunek powietrza do paliwa
A_p	m^2	— Powierzchnia przekroju poprzecznego sondy do izokinetycznego pobierania próbek
A_T	m^2	— Powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu wylotowego spalin
Aver	—	— Wartości średnie ważone dla:
	m^3/h kg/h	— objętości przepływu — masy przepływu
C_1	—	— Węglowy równoważnik węglowodorów wyrażony jako C_1
C_d	—	— Współczynnik wyptywu z SSV
conc	ppm	— Stężenie (z przyrostkiem oznaczającym składnik)
	Vol %	
conc _c	ppm	— Stężenie skorygowane względem tła
	Vol %	
conc _d	ppm	— Stężenie zanieczyszczenia mierzone w powietrzu rozcieńczającym
	Vol %	
conc _e	ppm	— Stężenie zanieczyszczenia mierzone w rozcieńczonych spalinach
	Vol %	
d	m	— Średnica
DF	—	— Współczynnik rozcieńczenia
f_a	—	— Współczynnik atmosferyczny laboratorium
G_{AIRD}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu suchego powietrza dolotowego
G_{AIRW}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu mokrego powietrza dolotowego
G_{DILW}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu mokrego powietrza rozcieńczającego
G_{EDFW}	kg/h	— Równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin mokrych
G_{EXHW}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu spalin mokrych
G_{FUEL}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu paliwa
G_{SE}	kg/h	— Masowe natężenie przepływu próbki spalin
G_T	cm^3/min	— Natężenie przepływu gazu znakującego

G_{TOTW}	kg/ h	— Masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin mokrych
H_a	g/ kg	— Wilgotność bezwzględna powietrza dolotowego
H_d	g/ kg	— Wilgotność bezwzględna powietrza rozcieńczającego
H_{REF}	g/ kg	— Wartość odniesienia wilgotności bezwzględnej (10,71 g/ kg)
i		— Indeks dolny oznaczający fazę cyklu badawczego (dla testu NRSC) lub wartość chwilową (dla testu NRTC)
K_H	—	— Współczynnik korekcyjny wilgotności dla NO_x
K_p	—	— Współczynnik korekcyjny wilgotności dla cząstek stałych
K_V	—	— Stała wzorcowania dla CFV
$K_{W,a}$	—	— Współczynnik korekcyjny dla powietrza dolotowego przy przeliczeniu ze stanu suchego do mokrego
$K_{W,d}$	—	— Współczynnik korekcyjny dla powietrza rozcieńczającego przy przeliczeniu ze stanu suchego do mokrego
$K_{W,e}$	—	— Współczynnik korekcyjny dla spalin rozcieńczonych przy przeliczeniu ze stanu suchego do mokrego
$K_{W,r}$	—	— Współczynnik korekcyjny dla spalin nierozcieńczonych przy przeliczaniu ze stanu suchego do mokrego
L	%	— Wartość momentu obrotowego wyrażona w procentach momentu maksymalnego przy prędkości obrotowej silnika w teście
M_d	mg	— Masa cząstek stałych zebranych z próbki powietrza rozcieńczającego
M_{DIL}	kg	— Masa próbki powietrza rozcieńczającego przechodzącego przez filtry pomiarowe cząstek stałych
M_{EDFW}	kg	— Masa równoważnych rozcieńczonych spalin w cyklu
M_{EXHW}	kg	— Całkowity masowy przepływ spalin w cyklu
M_f	mg	— Masa cząstek stałych w zebranej próbce
$M_{f,p}$	mg	— Masa cząstek stałych zebranych na filtrze pierwotnym
$M_{f,b}$	mg	— Masa cząstek stałych zebranych na filtrze wtórnym
M_{gas}	g	— Całkowita masa zanieczyszczeń gazowych w cyklu
M_{PT}	g	— Całkowita masa cząstek stałych w cyklu
M_{SAM}	kg	— Masa próbki rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtry do pobierania cząstek stałych
M_{SEC}	kg	— Masa wtórnego powietrza rozcieńczającego
M_{TOT}	kg	— Całkowita masa podwójnie rozcieńczonych spalin w cyklu
M_{TOTW}	kg	— Całkowita masa rozcieńczonych mokrych spalin przepływających przez tunel rozcieńczający w cyklu
$M_{TOTW,i}$	kg	— Chwilowa masa rozcieńczonych mokrych spalin przepływających przez tunel rozcieńczający
mass	g/h	— Indeks dolny oznaczający masowe natężenie przepływu zanieczyszczenia
N_p	—	— Całkowita liczba obrotów PDP w cyklu
n_{ref}	min^{-1}	— Prędkość obrotowa odniesienia w teście NRTC
n^{SP}	s^{-2}	— Pochodna prędkości obrotowej
P	kW	— Moc niekorygowana zmierzona za pomocą hamulca
p_1	kW	— Spadek ciśnienia poniżej atmosferycznego na wlocie pompy PDP
P_A	kPa	— Ciśnienie bezwzględne
P_a	kPa	— Ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu dolotowym silnika (ISO 3046: $p_{sy} = PSY$ ciśnienie otoczenia w czasie testu)

P_{AE}	kW	— Deklarowana moc całkowita pochłaniana przez urządzenia pomocnicze użyte do badań, niewymagane według § 3 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia
P_B	kPa	— Całkowite ciśnienie atmosferyczne (ISO 3046 : $P_x = P_X$ Całkowite ciśnienie zewnętrzne otoczenia $P_y = P_Y$ Całkowite ciśnienie otoczenia w miejscu wykonywania testu)
p_d	kPa	— Ciśnienie nasycenia pary wodnej w powietrzu rozcieńczającym
P_M	kW	— Maksymalna moc zmierzona przy zadanej prędkości obrotowej w warunkach wykonywania testu (patrz załącznik nr 3 do rozporządzenia)
P_m	kW	— Moc zmierzona na stanowisku badawczym
p_s	kPa	— Ciśnienie atmosferyczne powietrza suchego
q	—	— Stopień rozcieńczenia
Q_s	m ³ /h	— Objętościowe natężenie przepływu w CVS
r	—	— Stosunek ciśnienia statycznego w gardzieli SSV do bezwzględnego statycznego ciśnienia dolotowego
r	—	— Stosunek powierzchni przekrojów poprzecznych sondy do izokinetycznego pobierania próbek i przewodu wylotowego
R_a	%	— Wilgotność względna powietrza dolotowego
R_d	%	— Wilgotność względna powietrza rozcieńczającego
R_e	—	— Liczba Reynoldsa
R_f	—	— Współczynnik odpowiedzi FID
T	K	— Temperatura bezwzględna
t	s	— Mierzony czas
T_a	K	— Temperatura bezwzględna powietrza dolotowego
T_D	K	— Temperatura bezwzględna punktu rosy
T_{ref}	K	— Temperatura odniesienia powietrza do spalania (298 K)
T_{sp}	Nm	— Moment wymagany w teście niestacjonarym
t_{10}	s	— Czas między skokowym sygnałem wejściowym a 10 % odczytu końcowego
t_{50}	s	— Czas między skokowym sygnałem wejściowym a 50 % odczytu końcowego
t_{90}	s	— Czas między skokowym sygnałem wejściowym a 90 % odczytu końcowego
Δt_i	s	— Przedział czasu dla chwilowego przepływu w CFV
V_0	m ³ /obr	— Objętościowe natężenie przepływu w PDP w warunkach rzeczywistych
W_{act}	kWh	— Praca rzeczywista w cyklu NRTC
WF	—	— Współczynnik wagowy
WF_E	—	— Efektywny współczynnik wagowy
X_o	m ³ /obr	— Funkcja wzorcowania objętościowego natężenia przepływu w PDP
Θ_D	kg/m ²	— Bezwładność w ruchu obrotowym hamulca elektrowirowego
β	—	— Stosunek średnicy gardzieli SSV, d, do średnicy wewnętrznej przewodu dolotowego
λ	—	— Współczynnik nadmiaru powietrza, A/F rzeczywisty podzielony przez A/F stechiometryczny
ρ_{EXH}	kg/m ³	— Gęstość spalin

13.2. Symbole składników chemicznych

CH ₄	Metan
C ₃ H ₈	Propan
C ₂ H ₆	Etan
CO	Tlenek węgla
CO ₂	Dwutlenek węgla
DOP	Dwuftalan oktylu
H ₂ O	Woda
HC	Węglowodory
NO _x	Tlenki azotu
NO	Tlenek azotu
NO ₂	Dwutlenek azotu
O ₂	Tlen
PT	Cząstki stałe
PTFE	Policzterofluoroetylen

13.3. Skrótów

CFV	Zwężka Venturiego o przepływie krytycznym
CLD	Detektor (analizator) chemiluminescencyjny
CI	Zapłon samoczynny
FID	Detektor (analizator) typu płomieniowo-jonizacyjnego
FS	Pełna skala
HCLD	Podgrzewany detektor (analizator) typu chemiluminescencyjnego
HFID	Podgrzewany detektor (analizator) typu płomieniowo-jonizacyjnego
NDIR	Analizator typu niedispersyjnego działający na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego
NG	Gaz ziemny
NRSC	Cykl stacjonarny dla maszyn niedrogowych
NRTC	Cykl niestacjonarny dla maszyn niedrogowych
PDP	Pompa waporowa
SI	Zapłon iskrowy
SSV	Zwężka Venturiego o przepływie poddźwiękowym

14. Oznaczenia silnika

14.1. Silniki o zapłonie samoczynnym homologowane zgodnie z niniejszym rozporządzeniem muszą być oznakowane:

14.1.1. Znakiem towarowym lub nazwą handlową wytwórcy silników,

14.1.2. Typem silnika, rodziny silników (w stosownym przypadku) i numerem identyfikacyjnym egzemplarza silnika,

14.1.3. Numerem homologacji typu WE poniżej opisanym,

14.1.4. Etykiety zgodnie z rozdz. 5 rozporządzenia, jeśli silnik jest umieszczony na rynku na podstawie przepisów o formule elastycznej.

14.2. Silniki o zapłonie iskrowym homologowane zgodnie z niniejszym rozporządzeniem muszą być oznakowane:

14.2.1. Znakiem towarowym lub nazwą handlową wytwórcy silnika;

14.2.2. Numerem homologacji typu WE określonym w rozdz. 5 rozporządzenia;

14.3.1. Oznaczenia te muszą być trwałe przez cały okres eksploatacji silnika i muszą być wyraźnie czytelne oraz niedające się usunąć. Jeżeli użyto nalepek lub tabliczek, muszą one być przymocowane w taki sposób, żeby mocowanie to było ponadto trwałe przez cały okres eksploatacji silnika, a nalepki/tabliczki nie mogły być usunięte bez ich zniszczenia lub uszkodzenia.

- 14.3.2. Oznaczenia te muszą być umieszczone na części silnika niezbędnej do jego normalnego działania i z reguły niepodlegającej wymianie w okresie eksploatacji silnika.
- 14.3.3. Oznaczenia te muszą być usytuowane tak, żeby były łatwo widoczne dla przeciętnego człowieka po skompletowaniu na silniku wszelkich urządzeń pomocniczych, niezbędnych do jego działania.
- 14.3.4. Każdy silnik musi być zaopatrzone w dodatkową, dającą się przemieszczać tabliczkę z trwałego materiału, na której muszą być naniesione wszystkie dane przedstawione w pkt 14.1, usytuowaną (jeżeli zachodzi potrzeba) tak, aby oznaczenia wymienione w pkt 14.1 były łatwo widoczne dla przeciętnego człowieka i łatwo dostępne, gdy silnik jest zamontowany w maszynie.
- 14.3.5. Oznaczanie silników w zestawieniu z numerami identyfikacyjnymi musi być takie, aby pozwalało na jednoznaczne określenie kolejności produkcji.
- 14.4. Silniki przed opuszczeniem linii produkcyjnej muszą być zaopatrzone we wszystkie oznaczenia.
- 14.5. Dokładne usytuowanie oznaczeń silników powinno zostać podane w załączniku nr 4 do rozporządzenia.
- 14.6. System numerowania certyfikatów homologacji typu.

1. Jednostka homologująca powinna wypełnić wszystkie odpowiednie części certyfikatu homologacji typu, którego wzór został podany w załączniku nr 4 do rozporządzenia, dla każdego typu silnika lub rodziny silników, które homologuje, i powinna zestawzić lub zweryfikować skorowidz pakietu informacyjnego. Certyfikaty homologacji typu powinny być ponumerowane zgodnie z metodą opisaną poniżej. Skompletowany certyfikat homologacji typu i jego dodatki powinny być dostarczone zgłaszającemu.

2. Numer powinien składać się z pięciu części oddzielonych znakiem „*“.

Część 1: mała litera „e” poprzedza wyróżniającą literę(y) lub numer Państwa Członkowskiego przyznającego homologację:

1	dla Niemiec
2	dla Francji
3	dla Włoch
4	dla Niderlandów
5	dla Szwecji
6	dla Belgii
9	dla Hiszpanii
11	dla Wielkiej Brytanii
12	dla Austrii
13	dla Luksemburga
17	dla Finlandii
18	dla Danii
21	dla Portugalii
23	dla Grecji
IRL	dla Irlandii

Część 2: numer dyrektywy 97/68/WE. Ponieważ zawiera on różne daty wprowadzenia i różne normy techniczne, dodane są dwie litery alfabetu. Znaki te odnoszą się do różnych dat obowiązywania ze względu na etapy zaostreń oraz do zakwalifikowania silnika do odpowiedniej grupy ze względu na różne wykazy maszyn ruchomych, w odniesieniu do których przyznano certyfikat homologacji typu. Pierwszy znak jest zdefiniowany w § 15 rozporządzenia. Drugi znak od rodzaju silnika (silniki z zapłonem samoczynnym — ZS, benzynowe silniki z zapłonem iskrowym — ZI), jeśli chodzi o fazy testu określone są w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

Część 3: numer ostatniej poprawionej dyrektywy odpowiadającej homologacji. W zależności od warunków opisanych w części 2, jeżeli zachodzi potrzeba, dodaje się dwie dalsze litery alfabetu, nawet jeśli w wyniku wprowadzenia nowych parametrów należało zmienić tylko jedną literę. Jeżeli nie występuje zmiana, która dotyczy tych liter, należy je pominąć.

Część 4: kolejny czterocyfrowy numer (z poprzedzającymi zerami, jeśli zachodzi potrzeba) do oznaczenia podstawowego numeru homologacji. Sekwencja ta powinna zaczynać się od 0001.

Część 5: kolejny dwucyfrowy numer (z poprzedzającym zerem, jeśli zachodzi potrzeba) do oznaczenia rozszerzenia. Sekwencja ta powinna zaczynać się od 01 dla każdego podstawowego numeru homologacji.

14.7. Przykład dla trzeciej homologacji (do tej pory, bez rozszerzenia) odpowiadającej dacie zgłoszenia A (etap I, wyższy zakres mocy) i do stosowania silnika według wykazu A w maszynach ruchomych, przyznanej przez Zjednoczone Królestwo.

e 11 * 98/ ... AA* 00/ 000XX * 0003 * 00

14.8. Przykład drugiego rozszerzenia dla czwartej homologacji przyznanej przez Niemcy, mającej zastosowanie do daty F (etap II, średni zakres mocy) do tego samego wykazu maszyn (A):

e 1 * 01/ ...FA * 00/ 000XX * 0004 * 0

WZÓR

CERTYFIKAT HOMOLOGACJI TYPU

Zawiadomienie dotyczy:

— udzielenia/rozszerzenia/odmowy/cofnięcia⁽¹⁾ certyfikatu homologacji typu silnika lub rodziny typów silnika w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń stosownie do dyrektywy 97/68/EC, z ostatnią poprawką wprowadzoną przez dyrektywę 2002/88/EC i dyrektywę 2004/26/EC.

Certyfikat homologacji typu nr Rozszerzenie nr

Powód rozszerzenia (jeżeli dotyczy)

1. Dane ogólne

1.1. Marka (nazwa przedsiębiorstwa):

1.2. Oznaczenie fabryczne silnika(-ów) macierzystego(-ych) i (jeżeli dotyczy) typu(-ów) rodziny silnika (-ów)⁽¹⁾

1.3. Fabryczny kod typu, jakim został oznaczony silnik(i)

Usytuowanie:

Sposób przymocowania:

1.4. Wykaz maszyn, które mają być napędzane przez silnik⁽²⁾:

1.5. Nazwa i adres producenta:

Nazwa i adres autoryzowanego przedstawiciela wytwórcy (jeżeli jest):

1.6. Usytuowanie, kodowanie i sposoby przymocowania numeru identyfikacyjnego silnika

1.7. Usytuowanie i sposób przymocowania znaku homologacji WE:

1.8. Adres(y) zakładu(-ów) montażowego(-ych):

2. Ograniczenia stosowania (jeżeli są):

2.1. Warunki szczególne, których należy przestrzegać przy zabudowie silnika(-ów) w maszynie:

2.1.1. Maksymalne dopuszczalne podciśnienie w układzie dolotowym: kP

2.1.2. Maksymalne dopuszczalne nadciśnienie w układzie wylotowym: kPa

3. Służba techniczna odpowiedzialna za przeprowadzenie badań:

4. Data sprawozdania z badań:

5. Numer sprawozdania z badań:

6. Niżej podpisany poświadczam niniejszym zgodność opisu producenta w załączonym dokumencie informacyjnym silnika(-ów) wymienionego(-ych) wyżej i że załączone wyniki badań odnoszą się do typu. Silnik(i) został(y) wybrany(-ne) przez jednostkę homologującą i przedłożony(-ne) przez wytwórcę jako przedstawiciel(e) typu(ów) silnika (macierzystego)⁽¹⁾.

Certyfikat homologacji typu został udzielony/odmówiono jego udzielenia/cofnięto⁽¹⁾

Miejscowość:

Data:

Podpis:

Załączniki: Pakiet informacyjny

Wyniki badań

Analiza korelacji zastosowanych układów pobierania próbek z układami odniesienia⁽²⁾ (jeśli układy się różnią).

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁽²⁾ Wymienione w § 3 ust. 2 rozporządzenia.

WZÓR



WYKAZ UDZIELONYCH CERTYFIKATÓW HOMOLOGACJI TYPU SILNIKA/ RODZINY SILNIKÓW

Numer wykazu:

Obejmuje okres od do

Należy podać następujące informacje dotyczące każdego udzielonego certyfikatu homologacji, odmowy udzielenia certyfikatu homologacji lub cofnięcia certyfikatu homologacji w wyżej podanym okresie:

Producent:

Numer certyfikatu homologacji:

Powód rozszerzenia certyfikatu homologacji (jeżeli dotyczy):

Marka:

Typ silnika/ rodziny silników⁽¹⁾:

Data przyznania:

Data pierwszego przyznania (w przypadku rozszerzenia):

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

WZÓR



WYKAZ WYPRODUKOWANYCH SILNIKÓW

Numer wykazu:

Obejmuje okres: od do

Należy podać następujące informacje dotyczące numerów identyfikacyjnych, typów, rodzin i numerów certyfikatów homologacji typu silników produkowanych zgodnie z wymaganiami tego rozporządzenia w podanym wyżej okresie:

Producent:

Wyrób:

Numer certyfikatu homologacji:

Nazwa rodziny silników⁽¹⁾:

Typ silnika:	1:.....	2:.....	n:.....
Numery identyfikacyjne silnika:	...001	...001	...001
	...002	...002	...002
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
 m p q

Data wydania:

Data pierwszego wydania (w przypadku uzupełnienia):

⁽¹⁾ Pominąć, jeżeli zachodzi potrzeba; przykład pokazuje rodzinę silnika zawierającą „n” różnych typów silnika, z których były wyprodukowane egzemplarze oznakowane numerami identyfikacyjnymi, poczynając od:

... 001 aż do m dla typu 1
 ... 001 aż do p dla typu 2
 ... 001 aż do q dla typu n

WZÓR



ARKUSZ DANYCH SILNIKÓW POSIADAJĄCYCH CERTYFIKAT HOMOLOGACJI TYPU

Nr	Data certyfikacji	Producent	Typ/rodzina	Opis silnika					Emisja (g/kWh)					
				Czynnik chłodzący ⁽¹⁾	Liczba cylindrów	Pojemność skokowa (cm ³)	Moc (kW)	Znamionowa prędkość obrotowa (min. ⁻¹)	System spalania ⁽²⁾	Dodatkowe urządzenie oczyszczania spalin ⁽³⁾	PT	NO _x	CO	HC

⁽¹⁾ Ciecz lub powietrze.

⁽²⁾ Skróty: DI = wtrysk bezpośredni, PC = komora wstępna/wirowa, NA = wolnossący, TC = turbodoładowany, TCA = turbodoładowany z chłodzeniem ładunku powietrza.

Przykłady: DI NA, DI TC, DI TCA, PC NA, PC TC, PC TCA.

⁽³⁾ Skróty: CAT = reaktor katalityczny, IT = wychwytywacz cząstek stałych, EGR = recyrkulacja gazów wylotowych.